

# **Joukkoliikenteen operatiivinen suunnittelutyö**

**Case Onnibus.com Oy**

Atte Kivineva

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2017  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Kivineva, Atte	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2016
	Sivumäärä 64+12	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Joukkoliikenteen operatiivinen suunnittelutyö</b> Case Onnibus.com Oy		
Tutkinto-ohjelma Logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Risto Pakarinen		
Toimeksiantaja(t) Onnibus.com Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää Onnibus.com Oy:n talvikaudelle kannattavaa liikennöintiä. Työssä keskityttiin tarkastelemaan Pohjois-Suomen hiihtokeskuksiin suuntautuvia joukkoliikennelinjoja ja niiden tarjoamia mahdollisuuksia. Tutkimus rajattiin koskemaan Onnibus.com Oy:n hiihtokeskuslinjoja ja niihin yhteydessä olevaa linjastoa.</p> <p>Tutkimus toteutettiin määrällisenä tutkimuksena. Tutkimuksessa käytiin keskusteluja asiantuntijoiden kanssa toimeksiantajan eri organisaatiosoilta ja toiminnoista. Keskusteluiden tukena käytettiin Tilastokeskukselta tilattua tilastollista tietoa, nykytila-analyysejä sekä omia mittauksia.</p> <p>Tutkimuksessa suunniteltiin toimeksiantajalle kolme eri tuotantomallia, joista kahta suositeltiin. Tuotantomallit sisältävät liikennöintipäivät, reitit, pysäkit, aikataulut ja kuljettajien ajosarjat. Kustannuslaskentaosuudessa lasketaan suunniteltujen tuotantokonseptien marginaalikustannukset. Laskettuja kustannusvaikutuksia tarkastellaan herkkyyshanalyysin avulla ja vertaillaan niitä eri liikennöintitasoilla. Vertailun pohjalta valittiin tuotantomalleille liikennöintipäivät.</p> <p>Kysyntätietoihin, keskusteluihin, nykytila-analyysiin sekä omiin havaintoihin pohjautuvilla tuotantomalleilla laajennetaan Onnibus.com Oy:n palvelualueutta Pohjois-Suomen hiihtokeskuslinjojen osalta. Yhteyksiä ehdotetaan parannettavaksi ja mukaan otettavaksi ehdotetaan yksi uusi hiihtokeskus. Raportissa myös esitellään tulevaisuuden näkymät, perustellaan tiettyjen kohteiden rajaaminen ulkopuolelle ja esitellään niiden potentiaali tulevaisuudessa.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Joukkoliikenteen suunnittelu, marginaalikustannukset, hiihtokeskukset, kysynnän ennustaminen, määrällinen tutkimus		
Muut tiedot		

Author(s) Kivineva, Atte	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2016
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 64+12	Permission for web publication: X
Title of publication <b>Operational planning study of public transportation</b> Case Onnibus.com Oy		
Degree programme Degree programme of logistics		
Supervisor(s) Pakarinen, Risto		
Assigned by Onnibus.com Oy		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this research was to find profitable traffic operations for the winter season of Onnibus.com Oy. The focus of the research was to examine the public transportation lines towards ski resorts of North Finland and the opportunities offered by them. The study was limited to the ski resort lines of Onnibus.com Oy and its current network linked to them.</p> <p>The study was conducted as a quantitative research. Discussions were held with experts from different levels of mandators' organization and functions. The discussions were supported by the statistical information ordered from Statistics Finland, present state analysis and own measurements.</p> <p>As a result of the study, three production models were designed and two of them were recommended. The production models include the days of operation, routes, timetables and drivers' duties. The cost accounting section of the study calculates the marginal costs of the planned production models. Calculated costs were compared at different traffic levels and examined by sensitivity analysis. Based on the comparison, the days of operation were selected for planned production models.</p> <p>Onnibus.com Oy's service model of ski resort lines are expanded based on statistical data, discussions and personal observations. Connections to the current ski resort lines were improved and one new connection was introduced. The study also justifies the exclusion of certain destination and presents the potential of them in the future.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Planning of public transportation, marginal costs, ski resorts, demand forecasting, quantitative research		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>5</b>
1.1	Työn tausta .....	5
1.2	Työ tarkoitus ja rajaukset.....	6
1.3	Tutkimusmenetelmät .....	7
1.4	Analysointimenetelmät ja tutkimusstrategiat .....	8
<b>2</b>	<b>Joukkoliikenne .....</b>	<b>10</b>
2.1	Joukkoliikenteen termistö.....	10
2.2	Linja-autoliikenne Suomessa.....	12
2.3	Lait ja asetukset.....	13
<b>3</b>	<b>Joukkoliikenteen suunnittelu.....</b>	<b>19</b>
3.1	Lähtötiedot joukkoliikenteen suunnittelulle .....	20
3.2	Suunnittelutasot ja kysynnän ennustaminen .....	22
3.3	Operatiivinen suunnitteluprosessi .....	25
3.3.1	Suunnitteluprosessin vaiheet.....	25
3.3.2	Linjastosuunnittelu .....	27
3.3.3	Aikataulusuunnittelu .....	28
3.3.4	Kalustokierron suunnittelu .....	29
3.3.5	Työvuorosuunnittelu .....	30
3.4	Suunnitelmien mallintaminen ja optimointi .....	32
<b>4</b>	<b>Joukkoliikenteen kustannukset .....</b>	<b>34</b>
4.1	Operatiivinen laskentatoimi .....	35
4.2	Kiinteät ja muuttuvat kustannukset.....	36
4.3	Linja-autoyritysten kustannusrakenne .....	37
4.4	Marginaalikustannukset.....	39
<b>5</b>	<b>Hiihtokeskukset .....</b>	<b>40</b>
5.1	Pohjois-Suomen hiihtokeskusmatkailu .....	40

5.2	Hiihtokeskuslinjojen nykyiset palvelumallit .....	42
5.3	Nykytila-analyysi.....	43
<b>6</b>	<b>Tutkimuksen toteutus .....</b>	<b>45</b>
6.1	Suunnitellut tuotantokonseptit.....	45
6.2	Vaihtoehto 1 .....	47
6.2.1	Liikennöinti .....	48
6.2.2	Kustannukset .....	50
6.3	Vaihtoehto 2.....	51
6.3.1	Liikennöinti .....	51
6.3.2	Kustannukset .....	54
6.4	Herkkyysanalyysi .....	54
<b>7</b>	<b>Johtopäätökset .....</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>Kehityskohteet tulevaisuudessa .....</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>59</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>61</b>
	<b>Liitteet .....</b>	<b>65</b>
	Liite 1. Pysäkkitiedot .....	65
	Liite 2. Pysäkkien saavutettavuusalueet .....	66
	Liite 3. Aikataulut.....	68
	Liite 4. VE1.1 ajosarjat .....	69
	Liite 5. VE1.2 ajosarjat .....	70
	Liite 6. VE2 ajosarjat .....	71
	Liite 7. Toimeksiantajan tämänhetkiset kustannukset .....	73
	Liite 8. Vaihtoehtojen kustannukset.....	74
	Liite 9. Herkkyysanalyysien taulukot .....	76

## Kuviot

Kuvio 1. Henkilöliikenteen kulkutapaosuudet sekä matkaluvut ja -suoritteet Suomessa 2010–2011 .....	11
Kuvio 2. Julkisen liikenteen matkustajamäärien osuudet Suomessa vuonna 2014 ....	13
Kuvio 3. Joukkoliikenteen järjestämistapamallit.....	15
Kuvio 4. Suomalaisten tekemien matkojen jakautuminen eri ryhmiin.....	21
Kuvio 5. Joukkoliikenteen suunnitelmalliset matkat .....	24
Kuvio 6. Neliporrasmallin rakenne takaisinkytkentöineen .....	25
Kuvio 7. Joukkoliikenteen operatiivinen suunnitteluprosessi .....	26
Kuvio 8. Reittioptimoinnin hyödyt .....	33
Kuvio 9. Joukkoliikenteen reittioptimointiprosessi.....	34
Kuvio 10. Operatiivisen laskentatoimen ongelmatyypit .....	35
Kuvio 11. Kustannusten käyttäytyminen .....	37
Kuvio 12. Yleinen marginaalikustannuskäyrä ja sitä mukaileva joukkoliikenteen marginaalikustannuskäyrä .....	40
Kuvio 13. Vaihtoehdon 1 reittikartta .....	48
Kuvio 14. Tuotantomallit vaihtoehdoille 1.1 ja 1.2.....	49
Kuvio 15. Vaihtoehdon 2 reittikartta .....	51
Kuvio 16. Vaihtoehdon 2 tuotantomalli .....	52

## Taulukot

Taulukko 1. Tutkimusmenetelmien keskeisimmät erot.....	7
Taulukko 2. Tietovarastotaulukko .....	10
Taulukko 3. Helsingin seudun liikenteen kustannusten jakautuminen vuonna 2009 .	13
Taulukko 4. Järjestämistapamallien vertailu) .....	19
Taulukko 5. Esimerkki työvuorojen kierrosta vapaapäiväparien periaatteessa .....	31
Taulukko 6. Linja-autoyrittäjien kustannusjakauma vuonna 2010 .....	39

Taulukko 7. Suomalaisten vapaa-ajanmatkat Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin matkan tehneen henkilön asuinmaakunnan mukaan.....	40
Taulukko 8. Suomalaisten matkat Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin suuralueen mukaan tammi-huhtikuussa ja joulukuussa 2012–2016 .....	41
Taulukko 9. Suomalaisten matkat Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin matkustuskuukauden mukaan tammi-huhtikuussa ja joulukuussa 2012–2016 .....	42
Taulukko 10. Kulkumuotojakauma prosenttiosuuksin Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin vuosina 2012–2016.....	43
Taulukko 11. Onnibus.com Oy:n hiihtokeskuslinjojen liikennöintiajat.....	43
Taulukko 12. Onnibus.com Oy:n nykymallin palvelutaso .....	45
Taulukko 13. Ajoaikavertailu välillä Kajaani-Oulu.....	46
Taulukko 14. Onnibus.com Oy:n palvelutaso suunnitellulla liikenteellä .....	57

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Joukkoliikenteen markkinat ovat viime vuosien aikana olleet muutoksessa. Sääntelyä on purettu, mikä on johtanut markkinoiden vapautumiseen ja tuonut alalle uusia toimijoita. Markkinoiden vapautuminen on kiristänyt kilpailutilannetta, mikä on näkynyt huomattavasti halvempina matkustuslippujen hintoina. Halvemmat hinnat ovat parantaneet ihmisten ostovoimaa, mikä on nostanut joukkoliikenteen kulkutapaosuutta.

Vaikka kysyntä on ollut nousussa, ovat kysynnän vaihtelut joukkoliikenteen suurin haaste. Jotta liiketoiminnasta saadaan kannattavaa, vaatii ala toimijoilta liikennetuotannon sopeuttamista kysynnän vaihteluiden mukaan. Tehokas liikenteen sopeuttaminen ja markkinoiden tiukkaan kilpailutilanteeseen vastaaminen puolestaan vaatii toimivaa joukkoliikenteen suunnittelua. Toimiva suunnittelu palvelee sekä asiakkaiden että yritysten tarpeita tuoden sekä asiakkaille että yrityksille kustannussäästöjä.

Tämän työn aihe pohjautuu linja-autoliikenteen kysynnän vaihteluihin kesä- ja talvikauden välillä. Toimeksiantajan resurssit on mitoitettu kesäliikennekauden mukaan, jolloin liikenteen tuotantotasot ovat korkeimmillaan. Talvikaudella eli elokuun puolivälistä toukokuun puoliväliin toimeksiantaja operoi kesäkauteen verrattuna supistetulla vuorotarjonnalla, mikä aiheuttaa talvikaudelle ylimääräisiä kuljettaja- ja kalustoresursseja.

Työn toimeksiantaja Onnibus.com Oy on joukkoliikennepalvelua kaukoliikenteessä sekä seutuliikennepalvelua Helsingin ja Porvoon välillä tarjoava linja-autoyritys. Yhtiö perustettiin vuonna 2011 ja liikennöinti aloitettiin 1.1.2012. Yrityksen ”halpabussikonseptissa” hinnoittelu tapahtuu kysyntäperäisesti.

Lipunmyyntikanavana toimii pääasiassa internet ja operointi kaupunkikeskusten välillä tapahtuu kaksikerroksisilla linja-autoilla nopeinta mahdollista reittiä käyttäen. Halvat hinnat perustuvat kaluston suureen kapasiteettiin ja autojen korkeaan täyttöasteeseen.



## 1.2 Työ tarkoitus ja rajaukset

Opinnäytetyön tehtävänä oli suunnitella Pohjois-Suomen hiihtokeskuksiin suuntautuvia joukkoliikennelinjoja sekä tarkastella reittien vaikutusta Onnibus.com Oy:n liiketoiminnan kehittämisessä. Työssä pyrittiin operatiivista joukkoliikenteen suunnittelumenetelmää hyödyntäen löytämään vaihtoehtoisia liikennemalleja talvikaudelle. Operatiivisen toiminnan kannalta ajettavien linjojen kustannustehokkuus on keskeinen tekijä. Työssä pyrittiin suoritekohtaisten tarkastelujen avulla luomaan kustannustehokas tuotantotapa ja minimoimaan suunnitellun liikennöinnin kustannusvaikutukset.

Työssä käsiteltiin toimeksiantajan hiihtokeskuslinjoja ja niihin yhteydessä olevaa liikennöintiä, eikä muu toiminta kuulunut tutkimuksen piiriin. Operatiivisen suunnitteluprosessin vaiheista käsiteltiin linjastosuunnittelu, aikataulusuunnittelu ja ajosarjasuunnittelu. Operatiivisen laskentatoimen ongelmatyypeistä tarkasteltiin laajuusongelmaa sekä mittausongelmaa.

Työn suunnitteluosuus aloitettiin suunnittelemalla Pohjois-Suomen hiihtokeskuksiin kulkevat joukkoliikennelinjat. Linjastosuunnittelun jälkeen määritettiin aikataulut ja suunniteltiin ajosarjat eli työntekijöiden työvuorot. Työn kustannuslaskentaosuus piti sisällään suoritekohtaisten kustannusten ennakkolaskelmat marginaalikustannusten avulla. Saatua kustannustasoa voidaan tulevaisuudessa käyttää hyväksi mm. lippujen hinnoittelussa. Suunnitelluista malleista tehtiin lopuksi herkkyyshanalyysi, jossa tarkasteltiin muuttujien vaihtelevuuden vaikutusta kaupalliseen tulokseen.

Tutkimusongelmaan pyrittiin löytämään vastaukset seuraavilla kysymyksillä:

1. Mitä toimenpiteitä tehdään, jotta päästään tehokkaampaan resurssien käyttöön talvikaudella?
2. Miten toimenpiteet tehdään?
3. Mitkä ovat toimenpiteiden kustannusvaikutukset?

Näiden tutkimuskysymysten ratkaisuun joukkoliikennealalla tarvitaan laajaa tilastollista tietoa, jotta alalle ominaiset riskit saadaan minimoitua. Tilastojen analysoinnilla on tärkeä rooli, kun suunnitteluprosessi käynnistyy, joten määrällisen tutkimusmenetelmän ominaisuudet sopivat tutkimuskysymysten ratkaisemiseen.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmät voidaan yleisesti jakaa kahteen päätapaan: kvantitatiiviseen eli määrälliseen ja kvalitatiiviseen eli laadulliseen tutkimukseen. Näiden tapojen eroja voi olla hankala hahmottaa. Usein tutkimuksissa ongelmien luonne painottaa valitsemaan joko laadullisen ja määrällisen menetelmän. Kaikkia tutkimuksia ei voida kuitenkaan jaotella tarkasti näihin kahteen eri osa-alueeseen. Tämän takia kvantitatiivista ja kvalitatiivista tutkimusta voidaankin pitää myös toisiaan täydentävinä suuntauksina. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 129–130; Murray 2003, 7.) Taulukossa 1 on esitelty menetelmien keskeisimmät erot.

Taulukko 1. Tutkimusmenetelmien keskeisimmät erot (Heikkilä 2014; Uusitalo 1991, 81, muokattu.)

Kvantitatiivinen	Kvalitatiivinen
Aineisto edustaa tilastollisesti perusjoukkoa	Aineisto edustaa tutkimuskohteen olennaisia piirteitä, on teoreettisesti merkittävä
Vastaa kysymyksiin: Paljonko? Missä? Mikä? Kuinka usein?	Vastaa kysymyksiin: Miksi? Miten? Millainen?
Ilmiön kuvaus numeerisen tiedon pohjalta	Ilmiön ymmärtäminen
Teoriaa koetteleva	Teoriaa kehittävä
Tutkimusmenetelmät: kokeet, kysely- ja haastattelututkimukset, tilastot, sisällönanalyysi	Tutkimusmenetelmät: kenttähavainnointi, vapaamuotoiset haastattelut, dokumentit

**Kvalitatiivisessa** tutkimuksessa tiedon hankinta on luonteeltaan kokonaisvaltaista sekä tulkitsevaa ja aineistoa kootaan tutkijalle luonnollisessa tapahtumapaikassa. Analyysikeinona laadullinen tutkimus käyttää mm. induktiivista analyysia. Induktiivinen analyysi tarkoittaa pyrkimystä paljastaa odottamattomia seikkoja. Hypoteesien ja teorian sijasta kvalitatiivisessa tutkimuksessa käytetään monitahoista ja yksityiskohtaista aineiston tarkastelua. (Hirsjärvi ym. 2007, 160–161; Murray 2003, 1.) Tyypillisiä aineistonkeruumenetelmiä ovat mm. yksilö- ja ryhmähaastattelut, valmiit aineistot ja menetelmät sekä eläytymismenetelmät (Heikkilä 2014). Laadullinen tutkimus sisältää kokoelman empiiristä materiaalia, omakohtaisia kokemuksia sekä itseä havainnoivaa ja vuorovaikutuksellista tekstiä (Murray 2003, 2; Mathie & Camozzi 2005, 33).

**Kvantitatiivisessa** tutkimuksessa eräitä keskeisiä piirteitä ovat esimerkiksi johtopäätökset, aiemmat teoriat, hypoteesien esittäminen ja erilaisten käsitteiden määrittely. Suunnitelma aineiston keruusta pohjautuu määrälliseen ja numeeriseen mittaukseen soveltuvaan havaintoaineistoon. (Heikkilä 2014.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa määritellään koehenkilöt ja otantasuunnitelmat, jotka ovat otoksia perusjoukosta joihin tulosten tulee päteä. Kontrolloidulla mittauksella saatu aineisto muokataan tilastollisesti käsiteltävään muotoon, muuttujat esitetään taulukkomuodossa ja päätelmät tehdään havaintoaineiston tilastolliseen analyysiin perustuen. (Hirsjärvi ym. 2007, 136.) Koska on olemassa monenlaista numeerista tietoa, kvantitatiivisessa tutkimuksessa onkin tärkeää, että tutkijalla on ymmärrys tutkimastaan datasta sekä sen mahdollisuuksista ja rajoitteista (Denscombe 2014, 252).

Tämä tutkimus käytti pääosin kvantitatiivista menetelmää analysoiden tilastolliseen muotoon muokattua numeerista dataa. Kvalitatiivisen tutkimuksen piirteitä esiintyi tiedonkeruumenetelmissä, kun käytiin vapaita keskusteluja erityisesti Oulun asemapaikan kuljettajien sekä yrityksen johdon kanssa.

#### 1.4 Analysointimenetelmät ja tutkimusstrategiat

Johtopäätösten tekeminen sekä aineiston analysointi ja tulkinta ovat tutkimuksen ydinasioita. Analysointivaiheessa tutkijalle selviää joko vastaukset ongelmiin tai tapa, miten ongelmien asettaminen olisi todellisuudessa pitänyt tehdä. (Hirsjärvi ym. 2007, 216.)

**Aineiston analysointi** voidaan karkeasti jakaa kahteen malliin: selittämiseen ja ymmärtämiseen. Jos lähestymistapana käytetään selittämistä, pyritään hyväksikäyttämään tilastollista analyysia ja päätelmien tekoa. Ymmärtämiseen tähtäävässä lähestymistavassa käytetään tavallisesti laadullista analyysia ja päätelmien tekoa. (Hirsjärvi ym. 2007, 219.)

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan analysoida *reliabiliteetin* ja *validiteetin* avulla. Reliabiliteetilla ilmaistaan mittaustulosten toistettavuutta. Jos suoritetaan toistomittauksia tai tehdään tutkimus uudestaan, eikä tulos muutu, on tutkimus reliaabeli. Validiteetilla taas arvioidaan mitta- ja tutkimusmenetelmien sopivuus

tutkittavaan ilmiöön. Tutkimus on validi, jos tutkimusmenetelmät vastaavat tutkittavaa ilmiötä. (Hiltunen 2009, 3-9.)

Tässä tutkimuksessa päätelmien tekeminen pohjautui tilastolliseen muotoon muokatun aineiston hyväksikäyttämiseen. Linjastosuunnittelua varten pyrittiin saamaan tilastollista tietoa matkustusmääristä ja reittipäätökset sekä pysäkkisijoittelu tehtiin esimerkiksi kaupunkien asukaslukujen mukaan.

**Tutkimusstrategiat** voidaan jakaa yleisesti kolmeen luonnetyyppiin: kokeelliseen-, survey- ja tapaustutkimukseen. *Kokeellisessa* tutkimuksessa mitataan, miten yksi käsiteltävä muuttuja vaikuttaa toiseen muuttujaan, suunnitellaan, miten saadaan aikaan muutos, ja mitataan se numeerisesti. *Survey*-tutkimus puolestaan kerää ihmisjoukolta standardoitua tietoa ja kerää dataa strukturoidussa muodossa käyttäen esimerkiksi kyselylomaketta. Kerättyä aineistoa kuvataan, verrataan ja selitetään ilmiötä. *Tapaustutkimus* kerää intensiivistä tietoa esimerkiksi yksittäisistä tai pienistä tapauksista, jotka ovat suhteessa toisiinsa. Aineistoa kerätään esimerkiksi havainnoimalla, haastatteleamalla ja dokumentteja tutkien. (Hirsjärvi ym. 2007, 130–131.)

Tämä työ toteutettiin kokeellisena tutkimuksena. Työssä suunniteltiin uudet Pohjois-Suomen hiihtokeskuslinjat, selvitettiin niiden vaikutuksia olemassa olevaan linjastoon sekä mitattiin suunniteltujen linjojen kustannusvaikutukset kokonaisuuteen.

Työn alussa tarkoituksena oli saada haastatteleamalla hiihtokeskuksilta varausmääriin ja matkustukseen liittyvää dataa. Työn edetessä kävi ilmi, ettei dataa joko ollut muodostettu tai se ei ollut julkista tietoa. Tämän jälkeen matkustusmääriin liittyvä aineistonkeruu vaihdettiin yhteistyöhön Tilastokeskuksen kanssa. Työn teoriaosuuteen pohjautuen suunniteltiin kokonaisuus, jossa määriteltiin datan sisältö. Vapaita haastatteluja käytiin toimitusjohtajan, liikennejohtajan ja tietoliikennejohtajan sekä erityisesti pohjoisessa ajavien kuljettajien kanssa. Tällä tavalla saatiin sekä johdon että työntekijätason näkökulmat, joita käytettiin suunnitteluvaiheessa hyväksi. Taulukossa 2 on esitelty tutkimuksen tietovarasto.

Taulukko 2. Tietovarastotaulukko

	Kohde	Reitti	Pysäkkisijoittelu	Aikataulut	Ajoajat	Ajosarjat	Kustannukset
Reittioptimointi-ohjelma		X	X	X	X		
Tilastokeskus	X	X	X	X			
Kenttämittaus			X	X	X	X	
Toimitusjohtaja							X
Kaupallinen johtaja		X	X	X		X	X
Talouspäälikkö							X
Kuljettajat	X	X	X	X	X		
Olemassa oleva liikennöinti	X	X	X	X	X		X
Kirjallisuus		X	X	X	X	X	X

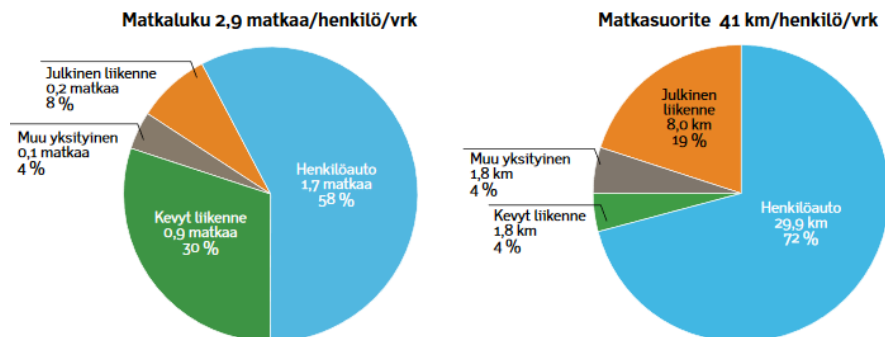
## 2 Joukkoliikenne

### 2.1 Joukkoliikenteen termistö

Joukkoliikennealalla on käytössä laaja termistö, jossa termit muistuttavat toisiaan mutta eroavat sisällöllisesti. Tässä luvussa esitellään keskeisimmät termit sekä Suomessa toteutuneet kulkutapaosuudet. Lopussa kerrotaan linja-autoliikenteen kustannusten kehityksestä viime vuosilta sekä annetaan esimerkki kustannusten jakautumisesta. Joukkoliikenteen kustannuksia käsitellään tarkemmin luvussa 5.

**Henkilöliikenne** käsittää kaiken liikenteen, joka syntyy ihmisten kuljettamisesta ja liikkumisesta. Esimerkiksi jalankulkuliikenne, henkilöautoliikenne, linja-autoliikenne, henkilöjunaliikenne sekä matkustajakoneliikenne ovat henkilöliikennettä. **Julkinen henkilöliikenne** puolestaan tarkoittaa yhtäjaksoisesti tarjottavaa, taloudellista etua tavoittelevaa henkilöliikennettä mutta se ei sisällä taksiliikennettä. **Julkinen liikenne** on taksiliikenteen sisältävää henkilöliikennettä, joka hoidetaan kaikkien käytössä olevilla liikennevälineillä. Liikennetekniikan termistössä julkinen henkilöliikenne ja julkinen liikenne tarkoittavat samaa, vaikka julkinen henkilöliikenne ei sisälläkään taksiliikennettä. (Julkisen liikenteen sanasto 2013, 10–11.) Kuviossa 1 on esitelty Suomen henkilöliikenteen matkaluvut sekä -suoritteet ajalta 1.6.2010 – 31.5.2011.

Lähteenä toimii opinnäytetyön tekohetkellä uusin Liikenneviraston teettämä henkilöliikennetutkimus, joka toteutetaan kuuden vuoden välein.



Kuvio 1. Henkilöliikenteen kulkutapaosuudet sekä matkaluvut ja -suoritteet Suomessa 2010–2011 (Suomalaisten liikkuminen 2012, 31.)

**Joukkoliikenne** on osa julkista liikennettä ja tarkoittaa suurten ihmismassojen siirtämistä käyttäen toimintaan suunniteltuja joukkoliikennevälineitä. Se voidaan liikennöintitavan mukaan jakaa kaupunkimaiseen paikallisliikenteeseen, lähiliikenteeseen, talousalueen kuntien väliseen seudulliseen liikenteeseen sekä pitkiin matkoihin tarkoitettuun kaukoliikenteeseen. Usein joukkoliikennetermi yhdistetään julkiseen, maakulkuneuvoja käyttävään liikennemuotoon, joka koostuu esimerkiksi linja-autoista, junista, metroista ja raitiovaunuista. (Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana 2000, 17.)

*Joukkoliikennelinjat* kulkevat tieyllä reitillä suunniteltua aikataulua noudattaen.

Joukkoliikennelinja tarkoittaa omalla linjatunnuksella merkittyä reittiä, jota liikennöidään joukkoliikennevälineellä määritellyn aikataulun mukaisesti.

*Joukkoliikennelinjasto* puolestaan tarkoittaa määritellyn alueen usean linjan muodostamaa kokonaisuutta. (Julkisen liikenteen sanasto 2013, 26.)

Kutsujoukkoliikennettä ja palveluliikennettä lukuun ottamatta joukkoliikenne on aikataulu- ja reittisidonnaista liikennöintiä. Eri joukkoliikennemuotojen operointi pohjautuu matkustajien kyytiin ottamiseen ja jättämiseen käyttäen pysäkkejä, terminaaleja ja matkakeskuksia. (Julkisen liikenteen sanasto 2013, 9.) Suurimpana kilpailijana joukkoliikenteelle toimii henkilöautoliikenne, joka on henkilöliikenteen

suosituin kulkutapa. Tilastokeskuksen mukaan vuosina 2000–2014 henkilöautoliikenteen osuus henkilöliikenteestä oli n. 80 %. (Koti- ja ulkomaan henkilöliikenne 2016.)

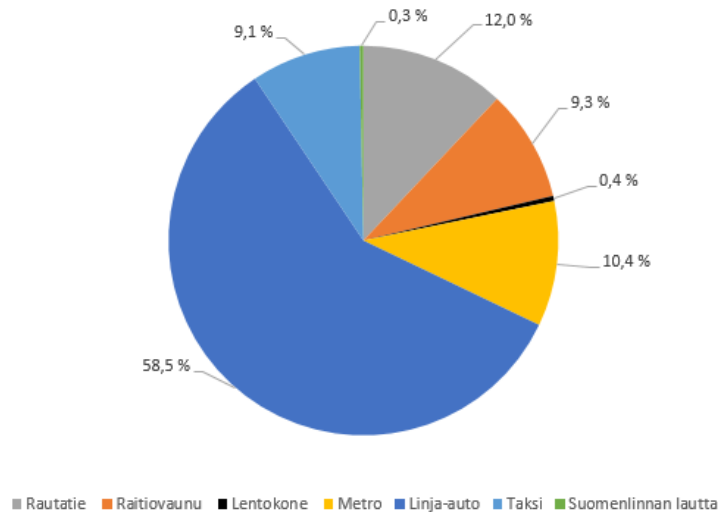
Joukkoliikenteen kehittämisen tarpeet ja suuntaviivat syntyvät joukkoliikenteen arvioinnista. Arviointi voi pohjautua kysynnän määrään ja luonteeseen, palvelutasoon, yhdenvertaisuuteen, turvallisuuteen, ympäristövaikutuksiin ja taloudellisiin vaikutuksiin. Olennaisin osa joukkoliikenteen arvioinnissa on kuitenkin aina kysynnän määrä ja laatu. (Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana 2000, 3.)

## 2.2 Linja-autoliikenne Suomessa

Suomessa liikennöidään päivässä yli 35 000 linja-autovuoroa käyttäen yli 20 000 verkoston linja-autopysäkkiä. Linja-autoilla tehdään lähes miljoona matkaa päivässä ja alan yrityksen työllistävät yli 12 000 henkilöä. (Tietoa linja-autoalasta n.d.)

Liikennöntien muodoiltaan toiminnot voidaan jakaa linjaliikenteeseen ja tilausliikenteeseen. Linjaliikenne on aina aikataulu- ja reittisidonnaista, kun taas tilausliikenne on tilaajan määräysvallassa olevaa liikennöintiä.

Linja-autoliikenne on yksi merkittävimmistä kulkumuodoista Suomen joukkoliikenteessä. Sen liikevaihto oli vuonna 2014 yhteensä 1,135 miljardia euroa. Pääosin ala koostuu pienyrityksistä, joilla on enintään viisi linja-autoa. (Kilpailu- ja kuluttajaviraston määräys lopettaa kilpailunrajoitus ja esitys markkinaoikeudelle seuraamusmaksun määrittämiseksi 2016). Vuonna 2014 julkisessa liikenteessä tehtiin 597,5 miljoonaa matkaa, josta linja-autoliikenteen osuus oli 58,5 % matkustajamäärän ollessa 349,4 miljoonaa matkustajaa (Julkisen liikenteen markkinaosuustilasto 2016, 2). Kuviossa 2 esitellään julkisen liikenteen matkustajamäärien osuudet Suomessa vuonna 2014.



Kuvio 2. Julkisen liikenteen matkustajamäärien osuudet Suomessa vuonna 2014 (Julkisen liikenteen markkinaosuustilasto 2016, 2.)

Tilastokeskus seurasi linja-autoliikenteen kustannuksia joulukuuhun 2014 asti. Viimeinen kustannusten lasku nähtiin välillä lokakuu 2008 - lokakuu 2009, jolloin kustannukset laskivat 0,4 %. Tämän jälkeen kustannukset ovat olleet vuosittain nousussa ja suurin nousu nähtiin maaliskuusta 2010 maaliskuuhun 2011, jolloin kustannustaso nousi 6,2 %. (Linja-autoliikenteen kustannusindeksit n.d.) Taulukossa 3 esitellään Helsingin seudun liikenteen kustannusrakenne pikavuoroliikenteen osalta vuonna 2009. Kustannuksia käydään tarkemmin läpi luvussa 5.3.

Taulukko 3. Helsingin seudun liikenteen kustannusten jakautuminen vuonna 2009 (Anttila 2013, muokattu.)

Aikakustannukset	47,5 %
Kilometrikustannukset	20,0 %
Pääomakustannukset	9,3 %
Yleiskustannukset	12,7 %

## 2.3 Lait ja asetukset

Joukkoliikennealalla organisaatioiden on toimittava alalla vallitsevien lakien ja asetusten puitteissa. Joukkoliikenteelle on olemassa erilaisia järjestämistapamalleja, jotka määrittelevät osapuolten ansaintalogiikan sekä vastuut esimerkiksi joukkoliikenteen suunnittelusta.

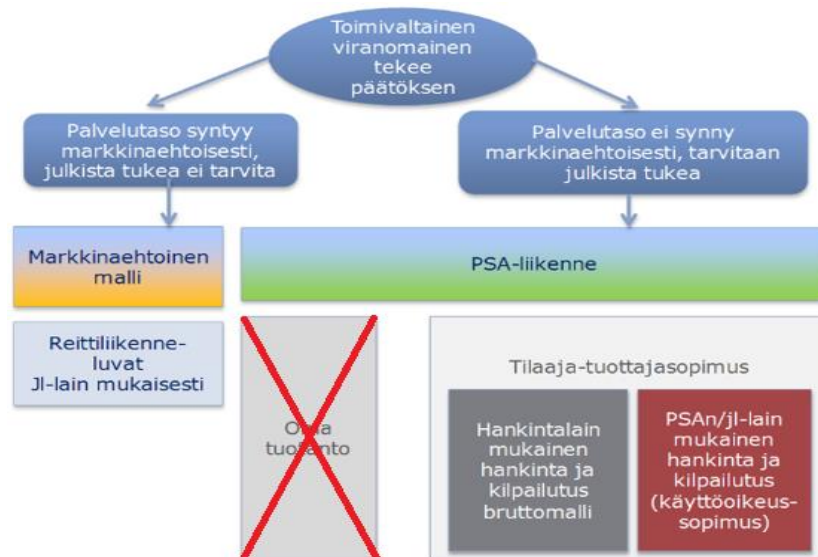
### Joukkoliikennelaki



Joukkoliikennelaki (13.1.2009/869) muodostaa yhdessä palvelusopimusasetuksen kanssa kokonaisuuden, johon joukkoliikenteen järjestäminen Suomessa perustuu. Lain soveltamisen piiriin kuuluvat ammattimainen henkilöiden kuljettaminen tiellä linja-autolla sekä raideliikenne, jota hoidetaan palvelusopimusasetuksen pohjalta. (Julkisen liikenteen sanasto 2013, 10.)

Lain tavoitteena on kehittää joukkoliikennettä siten, että koko maassa on käytössä sellainen palvelu, joka vastaa ihmisten päivittäisiä välttämättömiä liikkumistarpeita. Toisena tavoitteena on kasvattaa joukkoliikenteen kulkutapaosuutta henkilöliikenteessä erityisesti isoissa kaupungeissa sekä niiden välisessä liikennöinnissä. Laissa käsitellään mm. yleisiä joukkoliikenteen säännöksiä, luvanvaraista liikennettä, toimivaltaisia viranomaisia, liikenteen myöntämisen edellytyksiä, lupamenettelyjä ja palvelusopimusasetuksen mukaista liikennettä. (L 13.11.2009/896.)

Joukkoliikenne järjestetään Suomessa joko markkinaehtoisesti tai kilpailuttamalla. Joukkoliikenteen järjestämistapamallit ratkaisevat alueiden *toimivaltaiset viranomaiset*. Linja-autoliikenteessä toimivaltaisella viranomaisella tarkoitetaan joukkoliikenteen valtakunnallisesta kehittämisestä vastaavaa liikennevirastoa, yhdeksää elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusta (ELY-keskus) sekä 26 kunnallista viranomaista, joista yhdeksän on seudullisia viranomaisia. Jos liikenne kilpailutetaan, täytyy se tehdä hankintalainsäädännön tai joukkoliikennelainsäädännön mukaisesti. Muutoin liikenne järjestetään markkinoiden ehdoilla. (L 13.11.2009/896, 10§; Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 2.) Kuviossa 3 on esitelty valintavaihtoehdot palvelusopimusasetuksen sekä markkinaehtoisien mallin välillä.



Kuvio 3. Joukkoliikenteen järjestämistapamallit (Kemi-Tornio alueen joukkoliikenteen järjestämistapasuunnitelma 2013, 8, muokattu.)

Kuviossa ylliviivattu *oma tuotanto* tarkoittaa järjestämistapaa, missä toimivaltainen viranomainen tai organisaatioon kuuluva toimintayksikkö eli sisäinen liikenteenharjoittaja päättää itse tarjota omalla toiminta-alueellaan joko koko liikennepalvelukokonaisuuden tai osan siitä käyttäen omia tuotantoresurssejaan (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 35; Porin seudun joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen 2011). Oma tuotanto on kuitenkin harvinainen järjestämistapamalli eikä sitä esitellä tässä työssä tarkemmin.

### Palvelusopimusasetus

Palvelusopimusasetuksen (PSA) tarkoituksena on määritellä toimivaltaisille viranomaisille tavan, jolla he voivat yhteisön oikeuden sääntöjä noudattaen varmistaa sellaisen palvelujen tarjoamisen, joka on monilukuisempaa, luotettavampaa, korkealaatuisempaa tai edullisempaa kuin palvelut, jotka voitaisiin tarjota pelkästään markkinoiden ehdoilla (A 1370/2007, artikla 1). Kun tarvittavat joukkoliikennetarjonnan laatu ja määrä eivät synny markkinaehtoisesti, tarvitaan julkiseen tukeen perustuvaan palvelusopimusasetuksen alaista liikennöintiä. Pääosin liikenne tilataan kuvion 3 mukaisesti kilpailuttamalla ja määrittämällä sopimusmuoto bruttomallin ja käyttöoikeussopimuksen väliltä.

Hankintalain mukaisessa hankinnassa eli **bruttomallissa** toimivaltainen viranomainen tilaajana tilaa aikataulu- ja reittisidonnaisen sekä laatuvaatimukset täyttävän liikenteen tuottajana toimivalta liikennöitsijöiltä sekä vastaa sen suunnittelusta. Toimivaltainen viranomainen saa lipputulot ja maksaa liikennöitsijälle kilpailutusvaiheen jälkeen tehtävässä hankintasopimuksessa määrätyn liikennöintikorvauksen sekä bonukset. Hankintasopimus on sidottu indeksiin ja sen suuruus perustuu liikennöinnin vaativiin linjatunti-, linjakilometri- ja autopäivämääriin. Liikenteenharjoittajan tulotaso ei ole riippuvainen matkustajamääristä, koska tilaajana toimiva viranomainen kantaa lipputuloriskin. Bruttomallissa liikennöitsijät eivät siis kilpaile asiakkaista vaan palvelujen tuottamisesta. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 22.)

**Käyttöoikeussopimus** voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen: reittipohjaiseen käyttöoikeussopimukseen sekä alueelliseen käyttöoikeussopimukseen (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 28–33).

*Alueellinen* käyttöoikeussopimus sisältää liikenteenharjoittajalle myönnetyn maantieteellisen alueen operoinnin yksinoikeuden. Liikenteenharjoittaja on vastuussa sekä tulosriskeistä että liikenteen suunnittelusta ja saa lipputulot. Koska pitkän matkan liikennettä hyödynnetään osana paikallisliikennettä, täydellisen yksinoikeuden myöntäminen ei ole täysin perusteltua. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 28.)

*Reittipohjaisessa* käyttöoikeussopimuksessa eli nettomallissa toimivaltainen viranomainen suunnittelee liikenteen ja ostaa reitin operointipalvelut liikenteen harjoittajilta määräämillään aikataulu-, kalusto- ja palvelu- sekä muilla laatuvaatimuksilla. Tässä mallissa lipputulot kuuluvat liikennöitsijälle. Nettomallia voidaan hyödyntää erityisesti reittikohtaisissa hankinnoissa, kun liikenteen harjoittajan halutaan pystyvän vaikuttamaan omiin lipputuloihinsa. Malli sopii myös heikon kysynnän alueille, joissa ei ole käytössä bruttomallia tai aluekohtaista käyttöoikeussopimusta. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 31.)

### **Markkinaehtoinen liikenne**

Kun palvelutaso syntyy ilman julkista tukea eikä PSA:n julkisen tuen etuuksia tarvita, toimivaltainen viranomainen voi valita markkinaehtoisen liikennöintimallin.

Markkinaehtoisessa liikenteessä eli ns. yritysaloitteisessa reittiliikennemallissa joukkoliikennepalvelut tuotetaan täysin vapaasti. Viranomaiset eivät puutu markkinoiden toimintaan, vaan kilpailu ja liikennetuotanto ovat rajoittamattomia toimia. Markkinaehtoisessa liikenteessä liikenteenharjoittajat määrittelevät esimerkiksi tuotantotasot ja lippujärjestelmät. Tämä mahdollistaa uusien operaattoreiden markkinoille pääsyn ja nykyisten yritysten toiminnan kehittämisen. Markkinaehtoisessa liikenteessä tuotantosunnittelu ja hinnoittelu ovat liikenteenharjoittajien vapaasti suunniteltavissa eikä liikenteeseen ohjata julkista tukea. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 6-7.)

Tämän hetken markkinoilla huomioitavaa on joukkoliikennelain pykälä 62. Ennen joukkoliikennelain voimaantuloa, liikennöitsijät liikennöivät ns. linjaliikenneluvilla (nykyinen reittiliikennelupa). Jos linjaliikennelupa on myönnetty ennen 3 päivää joulukuuta 2009, katsotaan se PSA:n mukaan olevan julkisia palveluhankintoja koskeva sopimus. Näissä tapauksissa alueen toimivaltainen viranomainen teki liikennöitsijöiden niin halutessa ns. **siirtymäajan sopimuksen**, jonka pituus on enintään 10 vuotta. Siirtymäajan sopimuksia voidaan siis jatkaa enintään 2 päivään joulukuuta 2019 edellyttäen, että sopimus on tehty viimeistään 2 päivä joulukuuta 2009. Tämä rajoittaa kilpailua joulukuuhun 2019 asti joukkoliikennelain 22 pykälän mukaan. Pykälässä 22 todetaan reittiliikenneluvan saamisen edellytykset ja yksi niistä on se, ettei reittiliikenneluvalla liikennöitävä linja saa aiheuttaa jatkuvaa ja vakavaa haittaa PSA:n alaiselle, eli toisin sanoen siirtymäajan sopimusten alaiselle liikenteelle. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka markkinaehtoisessa liikenteessä pitäisi olla täysin vapaa kilpailu, tuo joukkoliikennelain pykälät 62 ja 22 omat rajoituksensa markkinoille joulukuuhun 2019 asti. Siirtymäajan (3.12.2009 – 2.12.2019) jälkeen liikenne järjestetään kuvion 3 mukaisesti.

Markkinaehtoisessa liikenteessä käytännössä ainoa tulonlähde ovat asiakkaat, jotka valitsevat liikennöitsijän reitin, aikataulun, palvelutason, laadun ja hinnan perusteella. Asiakastulot pitävät sisällään lippujen hinnan lisäksi tavarankuljetuksesta, oheistuotteista ja mainostamisesta saatavat tulot. Lipputuloihin yritys voi markkinaehtoisessa liikenteessä vaikuttaa esimerkiksi hintadifferoinnilla eli porrastamalla lippujen hintoja eri hinnoilla eri asiakkaille. Liikennöinti soveltuu parhaiten suurten markkinoiden alueille, kuten

kaukoliikenteeseen ja suurien asutuskeskitysten väliseen liikenteeseen. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 8-9.)

Suomessa henkilöiden kuljettaminen korvausta vastaan vaatii EU:n liikenteenharjoittaja-asetuksen mukaisen alalle tuloluvan eli Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen myöntämän **joukkoliikenneluvan**. Joukkoliikennelupa oikeuttaa harjoittamaan linja-autoliikennettä PSA:ssa määrätyn toimivaltaisen viranomaisen kanssa tehdyn sopimuksen mukaan sekä tilausliikennettä koko maassa Ahvenanmaata lukuun ottamatta. (L 13.11.2009/896, 9§; Joukkoliikenne ja yhteisölupa 2014.) Joukkoliikenneluvan lisäksi liikenteenharjoittajalla on markkinaehtoisessa liikenteessä oltava joko **reittiliikennelupa** ja **kutsujoukkoliikennelupa**. Liikenteenharjoittaja saa luvan, jos se täyttää turvallisuuden, jatkuvuuden ja asiakasinformaation parantamiseen tähtäävät minimikriteerit eikä aiheuta jatkuva ja vakavaa haittaa palvelusopimusasetuksen mukaiselle liikenteelle. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 6.)

**Reittiliikenne** on yleisesti käytössä olevaa, markkinaehtoista ja säännöllistä liikennettä, jonka reitin päätepisteet, pysäkit ja aikataulut ovat luvan myöntämän viranomaisen vahvistamia. Reittiliikenteessä liikennöiminen vaatii reittiliikenneluvan. Luvan myöntää se toimivaltainen ELY-keskus, jonka toimivalta-alueella on joko koko reitti tai suurin osa siitä (L 13.11.2009/896, 2§, 9§, 12§). Jotta liikenteen harjoittajalle myönnetään lupa, on sillä oltava joukkoliikenneluvan lisäksi laatulupaus. Laatulupaus tarkoittaa sitä, että luvan haltijan on joukkoliikennelain 48§:n mukaan määriteltävä tarjoamiensa liikennepalveluiden laatu ja valvottava sen toteutumista. Reittiliikennelupa myönnetään, jos luvan hakija sitoutuu liikennöimään laatulupauksensa mukaisesti vähintään kahdeksi vuodeksi ja jos luvan myöntämä viranomainen puoltaa luvan myöntämistä joukkoliikennelain 22§:n edellytysten pohjalta. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 7.)

**Kutsujoukkoliikenne** on jatkuvaluonteista, paikallista, seudullista tai alueellista markkinaehtoista liikennettä. Kutsujoukkoliikennettä liikennöidään ainoastaan etukäteen tehdystä tilauksesta ja sen reitti sekä aika aikataulu määräytyvät tilausten tai tilattujen kuljetusten yhdistelyn avulla. Kuljetusten yhdistely tarkoittaa vähintään kolmen ennakoon tilatun kuljetuksen yhdistämistä. (L 13.11.2009/896, 2§.) Kutsujoukkoliikenneluvan myöntää se ELY-keskus, jonka toimivalta-alueella on joko

koko liikennöinti tai suurin osa siitä. Lupa myönnetään hakijalle, jolla on joukkoliikennelupa ja joka sitoutuu liikennöimään laatulupauksensa mukaisesti. Joukkoliikennelain 23§:ssä on määritelty hylkäämisperusteet kutsujoukkoliikenneluvalle. (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 11.)

Eri järjestämistapamallit siis määrittävät osapuolten suunnitteluvastuut ja ansaintalogiikan. Viranomaisen valittaessa järjestämistapaa, on mallien soveltuminen eri toimintaympäristöihin otettava huomioon. Taulukossa 4 vertaillaan yllä esitettyjä malleja ja niiden ominaisuuksia.

Taulukko 4. Järjestämistapamallien vertailu (Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista 2012, 57, muokattu.)

Järjestämistapa	Suunnitteluvastuu	Liikenteenharjoittajan tulot	Soveltuminen
<b>Markkinaehtoinen malli</b>	Liikenteen harjoittaja	Asiakastulot	Kaukoliikenne
<b>Bruttomalli</b>	Viranomainen	Sopimuskorvaukset + bonukset	Suuret kaupunkiseudut
<b>Alueellinen käyttöoikeussopimus</b>	Liikenteen harjoittaja	Asiakastulot + sopimuskorvaukset	Kaupunkiseudut
<b>Reittipohjainen käyttöoikeussopimus</b>	Reitti: Viranomainen Liikennöinti: Liikenteen harjoittaja	Asiakastulot + sopimuskorvaukset	Maaseutu

### 3 Joukkoliikenteen suunnittelu

Hyvin toimiva joukkoliikenteen suunnittelu vaikuttaa positiivisesti seutujen ja niiden välisten alueiden kilpailukykyyn tehostaen maankäyttöä ja tuoden palvelut ihmisten saataville. Kun suunnittelu toimii ja täyttää asiakastarpeet, se kasvattaa joukkoliikenteen kulkutapaosuutta. Kun joukkoliikenteen kulkutapaosuus nousee, liikennemuutokset vähenevät ja liikennevirrat sujuvoituvat sekä taajama-alueilla että moottoriteillä. Toimivan suunnittelun ansiosta noussut kulkutapaosuus vähentää henkilöautoliikennettä vähentää näin ollen myös päästöjä ja melua sekä tuo mahdollisuuden liikkumiseen myös niille, joilla ei ole oman kulkuneuvon käyttömahdollisuutta.

### 3.1 Lähtötiedot joukkoliikenteen suunnittelulle

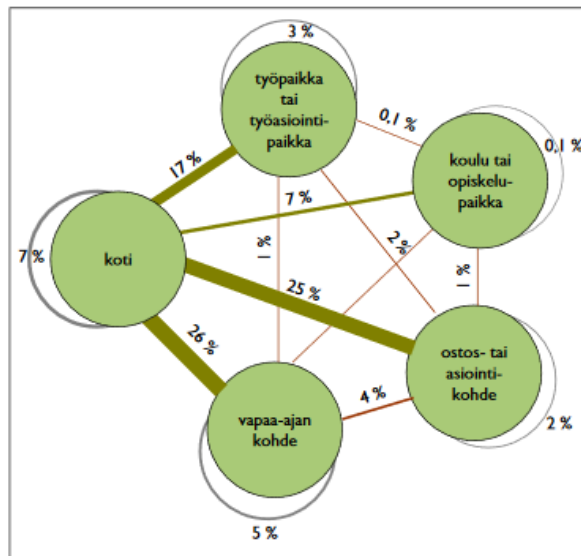
Ennen suunnittelutyön alkamista on syytä perehtyä toimintaympäristöön ja sen ominaisuuksiin, jotta suunnitteluprosessin tuloksena saadaan sekä yritystä että asiakkaita tyydyttävä lopputulos. Jotta tähän päästään, on tutkittava joukkoliikennettä sekä asiakkaiden että yritysten näkökulmasta. Tässä luvussa käsitellään matkustajiin kohdistuvia tutkimuksia sekä yleisesti yrityksen tarvitsemia taustatietoja joukkoliikenteen suunnittelulle. Lopuksi kuvataan tämän työn tarkoituksen eli operatiivisen suunnittelun sisältämien tasojen vaatimat lähtötiedot.

**Asiakkaisiin** kohdistuva tutkimus pyrkii ymmärtämään heidän matkustuskäyttäytymistään. Suunnittelun taustatietoa voidaan kerätä mm. matkojen tarkoituksista, yksin tai yhdessä matkustavien osuudet matkustajamääristä, heidän mielipiteensä olemassa olevasta palvelutasosta sekä reitti- ja kulkutapavalintoihin liittyvistä tekijöistä. Tekijöitä voivat olla esimerkiksi odotusaika, matkustusaika ja matkustusmukavuus. Tietoa voidaan kerätä myös syöttöliikenteen käytöstä eli matkustajien tavasta saapua pysäkeille. (White 2017, 86; Ceder 2015, 335.)

Asiakkaiden matkustuskysyntä voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen: toteutuneeseen matkustuskysyntään ja tietyissä olosuhteissa toteutuvaan potentiaaliseen matkustuskysyntään. Yleisesti matkustamisen määrä joukkoliikenteessä riippuu kokonaismatkustuksesta ja kulkutapajakaumasta. Näihin taas vaikuttavat yhdyskuntarakenne, liikkumismahdollisuudet, pakkokäyttäjien määrä ja palvelutaso suhteessa muihin kulkutapoihin. (Ojala & Pursula 1994, 83.) Linja-autoliikenteessä keskeisimpiä kysynnän ominaisuuksia ovat matkojen suuntautuminen, kysynnän kausivaihtelut sekä kysynnän viikontähti- ja tuntivaihtelut (Lahdenranta 2005, 400).

Tarve liikkua on luonteeltaan niin sanottua johdettua kysyntää. Johdettu kysyntä syntyy tarpeista, joiden tyydyttämiseksi on siirryttävä paikasta toiseen. Itse liikkuminen ei useinkaan hyödytä ihmistä, vaan se on keino päästä paikkaan, jossa hyötyä tuottava toiminta tapahtuu. Liikkumiseen käytettävät matkat jaetaan liikennemalleissa kotiperäisiin matkoihin sekä matkoihin, joiden lähtö- tai määräpaikkana ei ole koti. Suosituimmat matkavälit ovat kodin ja vapaa-ajankohteiden sekä kodin ja asiointikeskusten välillä. (Kalenoja, Vihanti, Voltti,

Korhonen & Karasmaa, 2008.) Kuviossa 4 esitellään suomalaisten tekemien matkojen jakautuminen sekä prosenttiosuudet.



Kuvio 4. Suomalaisten tekemien matkojen jakautuminen eri ryhmiin (Kalenoja ym. 2008.)

Linja-autoliikenteessä kysynnän kausivaihtelut lisäävät suunnittelut tarvetta, koska liikennetuotantoa on sopeutettava niiden mukaan. Paikallisliikenteen kysyntäpiikit sijoittuvat kellonaikatasolla aamu- ja iltapäiviin sekä vuodenaikatasolla talvikaudelle. Pikavuoroliikenteessä puolestaan talvikausi on hiljaisempaa ja ihmisten kaupunkien välinen liikkumistarve lisääntyy kesälomakaudella. Kaikessa matkustajiin liittyvissä tutkimuksissa ja kyselyissä on kyse kysynnän ennustamisesta ja riskien minimoimisesta. Erityisesti markkinaehtoisessa liikenteessä julkisen tuen puuttumisen takia uuden linjan avaaminen on aina riskialtis toimenpide, joten matkustuskäyttäytymisen ja -kysynnän tutkiminen suunnitteluvaiheessa on tärkeä elementti.

**Yritykseen** kohdistuvassa tutkimuksessa tulisi tunnistaa liikennöintiympäristö, johon liikennettä ollaan suunnittelemassa. Tieto ympäristöstä voi perustua esimerkiksi katu- ja tierekisteriin, karttoihin, toiminnalliseen rakenteeseen, liikenne- ja onnettomuusmääriin sekä toimivuus- ja vaikutusanalyysihin. Koska alalla operoi jo muita toimijoita, on olemassa olevien palveluiden, aikataulujen, hintatason, kalustovaatimusten sekä muiden kulkumuotojen käytön tarkastelu otettava



huomioon. Myös reitin väestöä, asutustietoa sekä tietoa olemassa olevista toiminnoista ja palveluista voidaan pitää suunnittelun lähtökohtana. (White 2017, 202–203; Ojala & Pursula 1994, 83.)

**Operatiivinen suunnittelu** sisältää työvaihteita, joista jokainen vaatii omat lähtötietonsa. Linjaston suunnittelussa tarvitaan tiedot maankäytöstä (erityisesti kaupunkiseuduilla), viranomaisten asettamat rajoitteet sekä tiedot nykyisestä asiakaskunnasta ja heidän käyttäytymisestään eri kellonaikoina ja viikonpäivinä. (Ceder 2015, 5.) Myös reittien kannattavuusmittarit tulee huomioida. Siirryttäessä aikataulusuunnitteluun, tietoa tulee kerätä nykyisestä palvelutasosta, viimeisten ja ensimmäisten lähtöjen ajankohdista, ajoajoista sekä vaihtoehtoisten ratkaisumallien vertailusta. Autokiertosuunnittelu käyttää hyväkseen tietoa kaluston linjalla olo- ja siirtymäaikoja, seisonta-aikoja, aikataulujen rajoitteita ja kriteereitä sekä kustannustietoja. Lopuksi työvuorojen suunnittelussa tarvitaan työntekijälistat, kuljettajien vaihtopaikat sekä työehtosopimukset ja muut rajoitteet. (Ceder 2015, 5.)

### 3.2 Suunnittelutasot ja kysynnän ennustaminen

Joukkoliikenteellä on erilaisia rooleja, tavoitteita ja järjestämistapoja. Nämä ovat syitä siihen, ettei alalle ole vakiintunut selkeää kansallisesti yhtenäistä joukkoliikenteen suunnittelujärjestelmää (Lahdenranta 2004, 302). Joukkoliikenteen suunnittelua voidaan tehdä monilla eri tasoilla, tavoitteilla ja aikatahtäyksillä. Usein joukkoliikenteen suunnittelua on monivaiheinen ja jatkuva prosessi (Ojala & Pursula 1994, 114). Liikenteen suunnittelu voidaan jakaa esimerkiksi alueellisen laajuuden sekä suunnittelun aikavälin mukaan (Lahdenranta 2004, 302; Haapamäki 2010, 11). Aluelajuuden mukaan suunniteltava joukkoliikenne sisältää kolme eri tasoa: valtakunnantaso, seututaso ja liikennejärjestelmäsuunnitelma.

**Valtakunnantasolla** suunnittelukohteet koskevat kansallisia tavoitteita. Esimerkkinä toimivat palvelutaso ja markkinaosuustavoitteet, joihin usein käytetään valtion lainsäädäntövaltaa sekä budjettirahoitusta. (Lahdenranta 2004, 303.)

**Seututason** joukkoliikennesuunnittelussa keskitytään yhteistyöhön maankäytön suunnittelun kanssa. Koska joukkoliikenteen suunnittelulla ja korkealla palvelutasolla on suuri vaikutus maankäytön päätöksille, luo se pohjan myös maankäytön

suunnittelulle. Toisaalta myös maankäytön suunnittelu luo pohjan joukkoliikenteen suunnittelulle. Seututason joukkoliikennesuunnittelussa keskeisin väline on palvelutasosuunnitelma, joka sisältää julkisen vallan määrittelemän tavoitteen eri yhteysväleille ja matkaryhmille. Se toteutetaan liikennepolitiikan ja kannattamattoman liikenteen ostojen avulla. Palvelutasosuunnitelma ei kuitenkaan ulotu linjastoihin saakka. (Mts. 303.)

**Liikennejärjestelmäsuunnitelma** keskittyy liikennepoliittisten tavoitteiden sekä joukkoliikenteen roolin määrittelyyn. Tavoitteista riippuen siihen sisällytetään yksityiskohtaisempia joukkoliikennettä koskevia osasuunnitelmia. Nämä osasuunnitelmat voivat koskea esimerkiksi rahoitusta, lippujärjestelmiä, joukkoliikenteen organisointia, palvelulinjaston kehittämistä, etuoikeusjärjestelyä, liikenteen nopeuttamista sekä informaatiota ja infrastruktuuria. Aiesopimuksessa osapuolet sitoutuvat omassa toimivallassa olevien toimenpiteiden toteuttamiseen. (Mts. 303.)

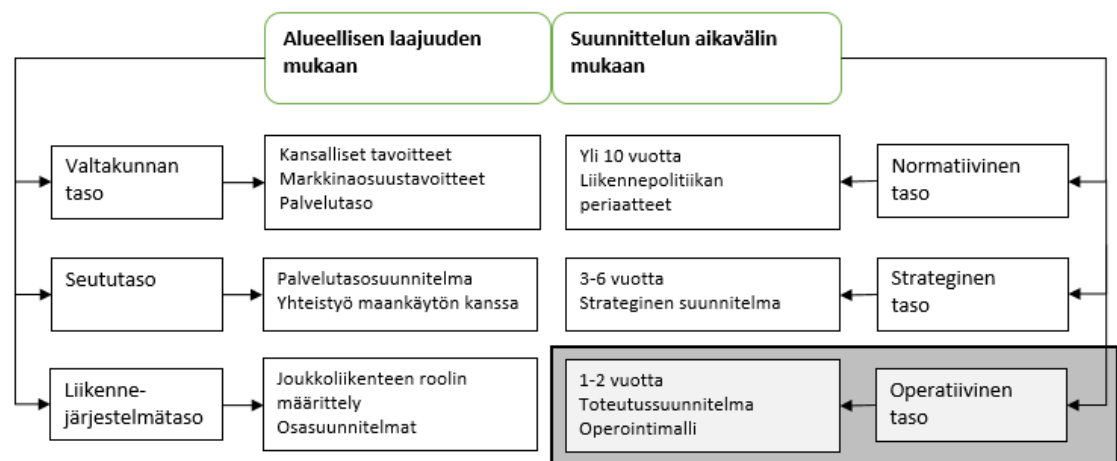
Aikavälin mukaan jaettu suunnittelu voidaan luokitella lyhyen, keskipitkän ja pitkän aikavälin suunnitteluun. Ongelmien merkityksen mukaan suunnittelu voidaan jakaa normatiiviseen, strategiseen ja operatiiviseen suunnitteluun.

**Normatiivinen** suunnittelu tarkoittaa pitkän aikavälin (yli 10 vuotta) suunnittelua, joka käsittelee periaatteita liikennepolitiikassa, alaa yleisesti sekä ottaa huomioon myös maankäytön suunnittelun. Siinä määritellään yhteiset tavoitteet ja niiden keskinäiset suhteet. Suunnittelun työkaluna käytetään laajaa kysynnän ennustamista ja liikennöintisuunnittelua. Normatiivinen suunnittelu luo pohjan strategisille suunnitelmille ja määrittelee niiden vertailukriteerit. (Haapamäki 2010, 12–13; Nielsen, Nelson, Mulley, Tegnér, Lind & Lange 2005, 28.)

**Strategisessa** suunnittelussa (3-6 vuotta) johdetaan täsmennetyt ja yksityiskohtaiset tavoitteet normatiivisen suunnittelun tuottamista yleisistä tavoitteista. Siinä käsitellään liikennepolitiikan keinoja ja niistä johdettuja toimintalinjoja. Strategisella tasolla kehitetään suunnitelma, jonka avulla ylemmältä tasolta tulleet tavoitteet täytetään ja luodaan pohja operatiiviselle suunnittelulle. Esimerkkeinä suunnittelukohteista toimii mm. linjaston rakenne, palveluiden hintarakenne, linjanopeudet, informointi, linjaston kustannusrakenteen hahmottelu ja linja-

automallien valitseminen. Merkityksellisimmät suunnittelumenetelmät ovat linjaston analysointi ja seuranta-analyysit. (Haapamäki 2010, 12–13; Nielsen ym. 2005, 27.)

**Operatiivisessa** suunnittelussa, jota myös tämä tutkimus on, käsitellään suunnitelmia yleensä 1-2 vuoden aikavälille. Se perustuu ylemmän tason määrittelemiin tavoitteisiin ja luo liikenteelle päivittäisen operointimallin. Operatiivisessa suunnittelussa myös optimoidaan olemassa olevaa liikennettä mm. kysyntäperäisellä vuorovälioptimoinnilla. Yleisimmät suunnittelutyökalut operatiivisessa suunnittelussa ovat kalusto- ja henkilöstösuunnittelun ohjelmistot. (Haapamäki 2010, 12–13; Nielsen ym. 2005, 26–27.) Kuvio 5 sisältää yllä esitellyt suunnitelmatasot ja niiden keskeiset ominaisuudet.

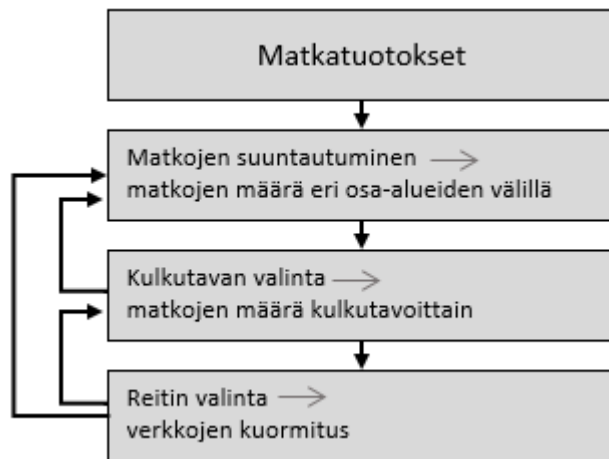


Kuvio 5. Joukkoliikenteen suunnitelmatasot (Lahdenranta 2004, 32; Haapamäki 2010, 11; Nielsen ym. 2005, 26–27, muokattu.)

Liikennemallit lähtevät ajatuksesta, jossa tietyn maankäytön oletetaan synnyttävän tietyn matkustuskysynnän (Karasmaa 2005, 245). Mallit ovat yksinkertaistettu kuvaus matkustusvalinnoista, joiden avulla pyritään kuvaamaan liikkumistottumuksia ja siirtämään mallinnettu kysyntä tulevaan liikennetarjontaan. Mallit olettavat matkustusvalintojen tapahtuvat tulevaisuudessa nykyiseen tapaan – esimerkiksi matka-ajan tai kustannusten perusteella. (Kalenoja ym. 2008.)

Yksi henkilöliikenteen suosittu ennustemalli on ns. **neliporrasmalli**. Se merkitsee olettamusta asteittaisesta päätöksenteosta: ensin matkapäätös, sitten matkapaikka, kulkumuoto ja reitti. (Tuomola 2010, 61.) Liikennejärjestelmä vaikuttaa matkojen suuntautumiseen, kulkumuotovalintaan, reittivalintaan sekä jossain määrin myös

matkatuotokseen. Neliporrasmallin portaiden välillä on siis takaisinkytkentä. Yleensä takaisinkytkentä ei kuitenkaan ulotu matkapäätökseen, joten kokonaiskysynnän eli matkatuotoksen oletetaan olevan vakio. (Karasmaa 2005, 245). Ennusteet perustuvat yhden, useamman tai kaikkien seuraavien neljän vaiheen ennustamiseen. Kuviossa 6 matkatuotokset kertovat, kuinka paljon matkoja tehdään yhteensä. Matkojen suuntautuminen kertoo mistä ja minne matkat tehdään. Kulkutavan valinta kertoo kulkumuotojakauman ja reitinvalinta kunkin kulkutavan reitin.



Kuvio 6. Neliporrasmallin rakenne takaisinkytkentöineen (Kalenoja ym. 2008, muokattu.)

### 3.3 Operatiivinen suunnitteluprosessi

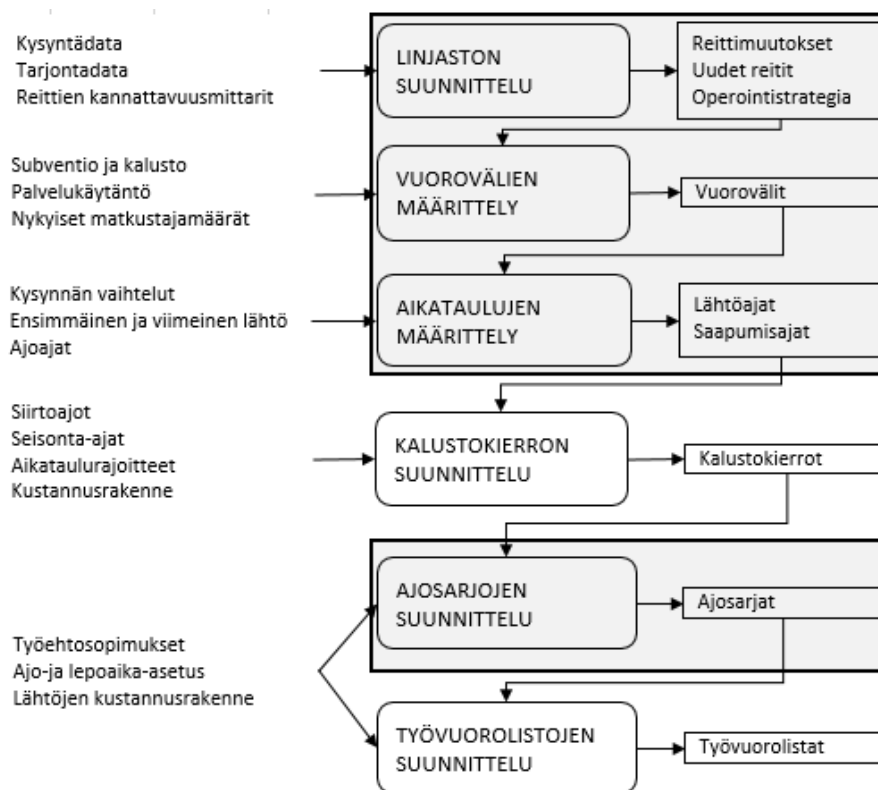
#### 3.3.1 Suunnitteluprosessin vaiheet

Perinteinen liikennöinnin suunnittelu koostuu eri työvaiheiden sarjasta, johon kuuluvat reittisuunnittelu, aikataulusuunnittelu, kalustokierron suunnittelu, ajovuorosuunnittelu ja julkisen tiedon suunnittelu. Vaikka suunnitteluprosessia voidaan kuvata työvaiheiden sarjana, on se todellisuudessa iteratiivinen eli toistuva prosessi, joka tietyn vaiheen muutosten jälkeen vaatii muiden vaiheiden tarkistamista. (Ojala & Pursula 1994, 119.)

Operatiivinen suunnitteluprosessi jaetaan kuvion 7 mukaisesti eri tasoihin. Ensiksi suunnitellaan linjasto ja reitit sekä vuorovälit. Tämän jälkeen määritellään aikataulut ja suunnitellaan kalustonkierrot sekä ajosarjat. Työvuorolistojen suunnittelu on

prosessin viimeinen vaihe. Jokaisen tason suunnitteluprosessi vaatii nuolilla osoitetut lähtötiedot, jotta suunnittelun tulos saadaan toteutettua. Ylemmän tason prosessi olisi aina tärkeä saada suunniteltua, jotta seuraavan tason suunnitteluprosessi voidaan käynnistää. (Ceder ym. 1986, 332.)

Kuviossa 7 rajatut ja väritetyt prosessit kuuluvat tämän tutkimuksen piiriin. Kalustokierron sekä työvuorojen työvuorolistojen suunnittelut ovat kuitenkin oleellisia osia joukkoliikenteen suunnitteluprosessissa ja ne on kuvattu lyhyesti luvuissa 3.3.4 ja 3.3.5. Ajosarjojen sekä työvuorolistojen suunnittelut ovat molemmat sijoitettu kappaleeseen 3.3.5.



Kuvio 7. Joukkoliikenteen operatiivinen suunnitteluprosessi (Ceder & Wilson 1986, 332; Ceder 2015, 5, muokattu.)

Ceder (2015) jakaa prosessit neljään osaan: linjastosuunnitteluun, aikataulusuunnitteluun sekä kalustonkierto- ja työvuorosuunnitteluun. Linjastosuunnitteluprosessi jaetaan vaihtoaikojen ja terminaalien määrittelyyn sekä linjaston reitti- ja pysäkkisuunnitteluun. (Ceder 2015, 5.) Vaihtoajalla tarkoitetaan asiakkaan kävelyajan ja odotusajan summaa matkustajan vaihtaessa liikennevälinettä (Julkisen liikenteen sanasto 2013, 31). Aikataulujen suunnitteluprosessi sisältää

vuorovälien määrittelyn sekä aikataulujen analysointiprosessin vaihtoehtoisten aikataulusuunnitelmien kanssa. Kalustokierron suunnittelussa tulisi analysoida kalustokoko ja määrittellä liikennöinnin minimikalustovaatimukset siirtoajojen minimoinnin, lähtöaikaoptimoinnin ja mahdollisten esteiden analysoinnin avulla. Työvuorosuunnittelu analysoi työtehtävien rakennetta ja niiden puitteissa suunnittelee kuljettajille työvuorolistat. (Ceder 2015, 5.)

### 3.3.2 Linjastosuunnittelu

**Linjastosuunnittelu** on linjojen perustamista tai uudelleenjärjestämistä koskevien päätösten valmistelua, jonka tavoitteena on löytää suunniteltavalle alueelle mahdollisimman taloudelliset ja palvelukykyiset joukkoliikenneyhteydet.

Lähtökohtana linjastosuunnittelulle voidaan pitää linjakohtaista kannattavuuden tarkastelua, yhteystavoitteita ja palvelutasotavoitteita. Tavoitteenasettelussa voidaan määrittää tavoitearvot esimerkiksi matka-ajalle, vuoroväleille, kävelytäisyyksille, vaihdoille ja turvallisuus-, ympäristö- tai saavutettavuusvaatimuksille. Usein linjastosuunnittelun lähtökohtana pidetään olemassa olevaa liikennettä, jolloin suunnitteluprosessi käsittelee olemassa olevan liikenteen sopeuttamista uuteen tilanteeseen. Tällöin myös suunnittelun taloudellinen puoli korostuu. Paikallisliikenteessä suurten kaupunkialueiden suunnittelussa suunnitteluohje toimii käytännön ohjeena, mutta muualla kannattavuusnäkökohdat määräävät liikenteen tarjonnan määrän.

Linjastosuunnitelma määrittelee mm. keskeiset palvelukohteet ja niiden palveluvaatimukset, linjaston muodon, vaihtojen järjestämiset sekä linjojen palvelualueet. Linjastosuunnitteluprosessi tuottaa aikataulusuunnittelun lähtökohdan ja edellytykset. (Ojala & Pursula 1994, 105–115; Lahdenranta 2005, 406.)

Yksi linjastosuunnittelun prosessi on **reittisuunnittelu**, jossa suunnitellaan joukkoliikennelinja. Ihanteellinen uusi joukkoliikennelinja on suora ja ilman poikkeamisia. Poikkeaminen tarkoittaa suunnanmuutosta tai ylimääräistä lenkkiä, joka antaa matkustajalle vaikutelman tarpeettomasta ajanhukasta. Toisaalta linjalla voidaan sallia poikkeukset, jos se tehdään laajemman alueen palvelemisen varmistamiseksi. Linjojen päällekkäisyyttä tulisi välttää, jotta resurssikäyttö saadaan

optimoitua. Päällekkäisyys tarkoittaa sitä, että eri linjoilla on sama määränpää ja niiden aikataulut ovat lähellä toisiaan. (Ojala & Pursula 1994, 113.)

Uudella linjalla on oltava kannattavuusperiaatteita. Pääehtona uudelle reitille on matkustuskysynnän määrä, koska tulojen tulee kattaa liikennöimiskustannukset. Perussääntönä voidaan pitää sitä, että pienin mahdollinen matkustuskysyntä kattaa linjan toiminnan kulut. Liikennöinnistä aiheutuvien kustannuksien arvioinnissa voidaan käyttää hyväksi olemassa olevien linjojen kustannustietoja käyttäen yksinkertaisia laskentakaavoja. (Ojala & Pursula 1994, 112.)

### 3.3.3 Aikataulusuunnittelu

**Aikataulusuunnittelun** lähtökohtana on sopeuttaa aikataulut matkustajien tarpeisiin. Jos matkustajat joutuvat sopeuttamaan oman toimintansa aikataulujen mukaan, luotettava yhteys palvelutarjoajien ja asiakkaiden välillä katkeaa ja palvelutaso kärsii. Kustannustehokkain aikatauluratkaisu saadaan, kun kysyntään pystytään vastaamaan kuormittamalla mahdollisimman vähän resursseja. (Ceder 2015, 75.)

Aikataulusuunnittelussa linjastosuunnitelmat konkretisoidaan pyrkien asiakkaiden kannalta selkeisiin ratkaisuihin. Suunnittelussa on otettava huomioon töiden, koulujen ja muiden toimintojen alkamis- ja päättymisajat sekä jatkoyhteyksien aikataulut. (Ojala & Pursula 1994, 127; Lahdenranta 2005, 407.)

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään tutkimus- ja laskentamenetelmiä sekä kuljettajakokemusta hyödyntäen linjaosuuksien ajoajat. Ajoaika on yksi merkittävimmistä ominaisuuksista, joita asiakas tutkii joukkoliikennevälinettä valitessaan. Ajoaikoihin vaikuttavat mm. kaluston suorituskyky, linjapituus, väylästandardit, sää, kuormitus, ulkoiset häiriöt, lippujärjestelmä, pysäkkien sijainnit, infrastruktuuri kuten linja-autokaistat sekä valo-ohjaus. Ajoajan jälkeen selvitetään vuorovälit. Vuorovälien määrittämiseen vaikuttaa käytettävän kaluston koko sekä kaluston kapasiteetin käyttöastetavoite. (Ojala & Pursula 1994, 127; Nielsen ym. 2005, 14; Lahdenranta 2005, 406.)

Kun ajoajat ja vuorovälit on määritetty, voidaan aikataulujen laadinta aloittaa. Aikataulut laaditaan yleisimmin taulukkomuotoon, jossa selvitetään molempien suuntien aikataulut erikseen. Yksinkertaisessa mallissa ilmoitetaan sarakkeissa linjan

lähtöajat päätepysäkeiltä. Jos linjan liikennöintiä halutaan tarkentaa, voi malliin lisätä myös välipysäkkien aikataulut. Tämä edellyttää kuljettajalta ajonopeuden muuttamista välipysäkkiaikojen seuraamiseksi. (Ojala & Pursula 1994, 127.)

Välipysäkkien aikataulut on suunniteltava siten, että normaaleissa olosuhteissa linjalla pystytään etenemään myöhästymisiä välttäen. Etuajassa ajaminen on kuitenkin kiellettyä, eikä välipysäkkejä saa ohittaa ennen aikataulun mukaista aikaa.

Seuraava vaihe on linjojen aikataulujen yhteensovittaminen mm. vaihtoaikojen minimoimiseksi sekä resurssikäytön optimoimiseksi. Vaihtoajan minimoimiseksi on olemassa kaksi vaihdon menetelmää: tasaus ja vaiheistus. Tasauksessa aikaisemmin pysäkillä saapunut linja-auto odottaa toista. Vaiheistuksessa aikataulut suunnitellaan siten, että liityntälinjan auto saapuu pysäkillä riittävällä todennäköisyydellä hieman aikaisemmin. Tasausta käytetään harvoilla vuoroväleillä liikennöitäessä ja vaiheistusta tiheillä vuoroväleillä liikennöitäessä. (Ojala & Pursula 1994, 127.)

Aikataulusuunnittelu on jatkuva prosessi, koska lähtöajat sekä niiden määrä perustuvat matkustajamääriin, liikennöintiperiaatteisiin ja liikenneoloihin. Jos jokin näistä muuttuu, aiheuttaa se uuden aikataulun laatimistarpeen. (Ojala & Pursula 1994, 127.)

### 3.3.4 Kalustokierron suunnittelu

**Kalustokierron suunnittelu** tähtää ratkaisemaan ongelman, jossa jokaiselle aikataulun lähdölle sijoittamaan auto. Autoille on määritelty päivän aikataulu, joka koostuu linjaketjuista sekä siirto- tai tyhjänä ajoista. Linjaketju tarkoittaa niiden linjojen luetteloa, joita auto päivän aikana palvelee. (Ceder 2015, 186.)

Kalustokierron suunnittelussa määritellään vaunuilla ajettavat linjat ja lähdöt pyrkien mahdollisimman tehokkaaseen resurssien käyttöön. Suunnittelussa on otettava huomioon autojen huolto- ja kunnossapito-ohjelma sekä käyttöikä. Autot ryhmitellään käyttöikänsä mukaisesti ja tavallisesti uusimmat autot ovat jatkuvassa käytössä. Vanhempaa kalustoa käytetään reservinä ja lisäkalustona ruuhka-ajan liikennöintiä varten. Kaluston tehokas käyttö nostaa kustannustehokkuutta. Tämä tarkoittaa autojen järjestämistä niin, että ns. ”tuottava ajo” maksimoidaan pyrkien minimoimaan hukka-aika ja tyhjänä ajot. Etusijan kaluston käytössä määrittävät



kuitenkin kustannustekijät. Joissakin tilanteissa voidaan suunnitella tehottomampi kalustonkäyttö kuljettajien paremman käytön saavuttamiseksi. (Ojala & Pursula 1994, 130–131; Ceder 2015, 163.)

### 3.3.5 Työvuorosuunnittelu

Työvuorosuunnittelu sisältää kaksi eri vaihetta: ajosarjasuunnittelun ja työvuorosuunnittelun. **Ajosarjasuunnittelu** sisältää kuljettajien sijoittamisen kalustonkiertosuunnittelun tuottaman tuloksen pohjalta. Siinä halkaistaan kalustonkierron tuottamat autojen linjaketjut ja yhdistellään ne uudestaan laillisiksi ajosarjoiksi. Kun ajosarjat on suunniteltu, voidaan aloittaa **työvuorosuunnittelu**.

Ajosarjasuunnittelussa kalustonkiertosuunnittelun laatimat autokohtaiset linjaketjut pilkotaan ja yhdistetään ajosarjajärjestelmäksi. Ajosarjasuunnitelman suorituskykyä voidaan mitata mm. yksijaksoisten ja kaksijakoisten työvuorojen määrällä.

Yksijakoinen tarkoittaa työvuoroa, jossa on normaali palkaton tauko keskellä päivää. Kaksijakoinen tarkoittaa työvuoroa, jossa keskellä päivää, yleensä ruuhka-aikojen välissä on pidempi, usein tunteja kestävä tauko. Muita mittareita ovat mm. vaihtojen lukumäärä, sarjojen kokonaistunti- ja kokonaistyötuntimäärä, keskimääräinen työvuoron pituus, lyhyiden ajosarjojen lukumäärä sekä ajosarjojen kustannukset.

(Ceder 2015, 273.) Ajosarjasuunnittelun tavoitteena on suunnitella toteuttamiskelpoiset ja mahdollisimman kustannustehokkaat kuljettajien tehtäväkokonaisuudet. Ajosarjojen kustannustehokkuutta haetaan linja-ajon maksimoinnilla ja hukka-ajan sekä tyhjänä ajon minimoimisella. Kriteerinä on mahdollisimman tehokas työvoimaresurssien käyttö yhdistettynä ulkoisiin rajoitteisiin. (Ojala & Pursula 1994, 131; Ceder 2015, 272–273.)

Ajosarjasuunnittelun ensimmäinen vaihe on autokaavion laatiminen aikatauluista. Autokaaviosta selvitetään linjojen ajoajat ja autotarve, lähtöajat varikolta ja paluuajat varikolle. Autokaaviosta voidaan myös laskea linjan kokonaisaika vuorokautta kohden arkipäivinä sekä lauantaisin ja sunnuntaisin. Kokonaistuntimäärästä saadaan laskettua päiväkohtainen kuljettajatarve ja saadaan karkea käsitys liikennetarjonnan ja työvuorojen jakautumisesta eri liikennöintijaksoilla. Ajosarjasuunnittelussa on tehokasta käyttää ns. ajonvaihtoa, jossa taukojen yhdenaikaisuutta pyritään välttämään. Tämä vähentää taukojen ajaksi tarvittavan henkilöstön määrää, tehostaa

taukojen käyttöä sekä lisää yhtäaikaisen ajon määrää. Käytännössä ajonvaihto hoidetaan siten, että taukonsa lopettava kuljettaja siirtyy ajamaan seuraavaa lähtöä, jonka kuljettaja vastaavasti siirtyy tauolle. (Ojala & Pursula 1994, 132.)

Työvuorosuunnittelussa laaditaan suunnitelluille ajosarjoille tekijät. Työvuorolista kattaa määritetyn ajanjakson työvuorojen listan, jossa jokaiselle lähdölle on oma kuljettaja. (Ceder 2015, 272–273.) Tavoitteena on minimoida resurssien käyttö sekä työvuorolistan kustannukset ja määrittää kuljettajien vapaapäivien jakautuminen (Ojala & Pursula 1994, 133; Ceder 2015, 290). Työ- ja vapaapäivien jakautumista ohjaavat Suomessa ulkoiset rajoitteet, pääasiassa kuljettajien työehtosopimukset sekä ajo- ja lepoaika-aseukset.

Ensimmäisenä työvuorosuunnittelussa suoritetaan viikonpäivittäisen työvoimatarpeen laskeminen aikatauluista. Vapaapäivien lukumäärä saadaan vähentämällä kuljettajien kokonaismäärästä kunkin viikonpäivän työvoimatarve, jonka jälkeen ne sijoitetaan työvuorolistaan. Optimointikriteerinä vapaapäivien suunnittelussa toimii viikonloppuvapaiden maksimointi ja erillisten vapaapäivien minimoinnit. Vapaapäiviä voidaan suunnitella ns. vapaapäiväpareina, jolloin esimerkiksi jokaisen vapaan lauantain jälkeen laitetaan sunnuntai vapaaksi. Yhdistelyä voidaan jatkaa mm. sunnuntai-maanantai pareilla jne. Joissakin tapauksissa listat ovat suunniteltu kiertäväksi, joissa työ- ja vapaapäivät kiertävät määritetyn ajanjakson sykleissä. (Ojala & Pursula 1994, 133; Ceder 2015, 291.) Taulukossa 5 on esimerkki, jossa työvuorot (TV) on suunniteltu vapaapäiväparien periaatteella.

Taulukko 5. Esimerkki työvuorojen kierrosta vapaapäiväparien periaatteessa

	MA	TI	KE	TO	PE	LA	SU
Kuljettaja 1	TV1	TV2	TV3	TV4	TV5	-	-
Kuljettaja 2	-	TV1	TV2	TV3	TV4	TV5	-
Kuljettaja 3	-	-	TV1	TV2	TV3	TV4	TV5
Kuljettaja 4	TV5	-	-	TV1	TV2	TV3	TV4
Kuljettaja 5	TV4	TV5	-	-	TV1	TV2	TV3
Kuljettaja 6	TV3	TV4	TV5	-	-	TV1	TV2
Kuljettaja 7	TV2	TV3	TV4	TV5	-	-	TV1

### 3.4 Suunnitelmien mallintaminen ja optimointi

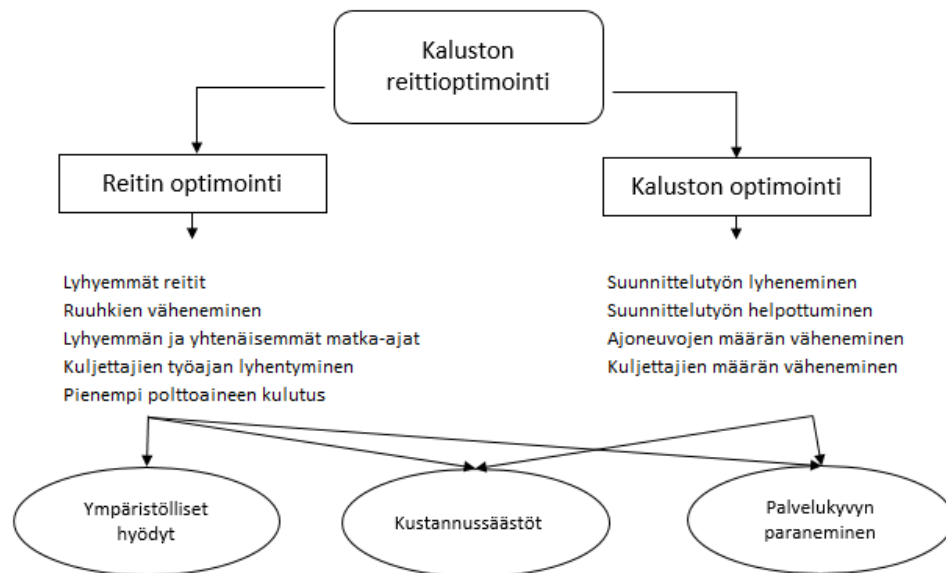
**Operaatioanalyysi** koostuu sovelletun matematiikan, tietotekniikan ja talouden menetelmistä, joiden tavoitteena on löytää ihmisen ja koneen muodostaman järjestelmän optimaaliset toimintaolosuhteet. Operaatioanalyysissa käytetään optimointimalleja kuvaamaan yksinkertaistettua järjestelmän todellisuutta. Näitä malleja ovat mm. lineaarinen ohjelmointi, simulointi ja heuristiset mallit sekä luotettavuusanalyysi. (Suomen kuljetusopas n.d.)

**Optimointimallissa** rakennetaan matemaattinen malli kuvaamaan ongelmaa. Jo rakentamisvaiheessa lähtökohta voi olla ongelman ratkaisutapa, kuten lineaarinen optimointi. Ongelman kuvaus riippuu kuvaajan näkemyksistä ja kokemuksista. Mallintaminen koostuu seuraavista vaiheista:

1. ongelman määrittely ja testaus
2. lähtötietojen keruu
3. mallin rakentaminen
4. mallin testaus
5. mallin pätevyys ja todentaminen
6. käyttöönotto, koulutus ja todentaminen
7. toimintamuutokset, seuranta, kehittäminen ja uusiminen. (Suomen kuljetusopas, n.d.)

**Reittioptimoinnilla** haetaan vastaus reititysongelmaan, joka on yksi operatiivisen suunnitteluprosessin ongelmista (Suomen kuljetusopas n.d.). Reittioptimointi sisältää mahdollisimman tehokkaiden ja käytännöllisten reittien määrittelyn asiakkaiden palvelutason parantamiseksi. Reititysongelmalla on monia eri variaatioita mutta yhteisenä tavoitteena voidaan pitää matkustusajan minimointia sekä joissakin tapauksissa myös vaadittavan kalustotason minimointia. (Bräysy, Dullaert & Nakari 2009, 484–485; Ning 2011, 10.)

Reittien optimointi tuo yritykselle monenlaisia hyötyjä ja merkittävin niistä on reitin lyhentymisestä saatavat kustannussäästöt. Reitin lyhentymisen vähentää polttoainekustannuksia, palkkakustannuksia sekä tarvittavien kuljettajien ja ajoneuvojen lukumäärää. Muita optimoinnin hyötyjä ovat mm. säästöt suunnittelussa, hallinnossa ja ylitöissä. Myös asiakaspalvelutaso nousee ja täyttöaste paranee. (Bräysy & Porkka 2007, 38–39.) Kuvio 8 sisältää kaluston reittioptimoinnin hyödyt.



Kuvio 8. Reittioptimoinnin hyödyt (Bräysy & Porkka 2007, 36, muokattu.)

Joukkoliikenteessä reittioptimointi koostuu yleisesti kolmesta eri osa-alueesta:

1. nykyisen linjaston arvioinnista
2. joukkoliikennelinjan optimoinnista
3. arvioinnista ja vertailusta. (Ning 2011, 35.)

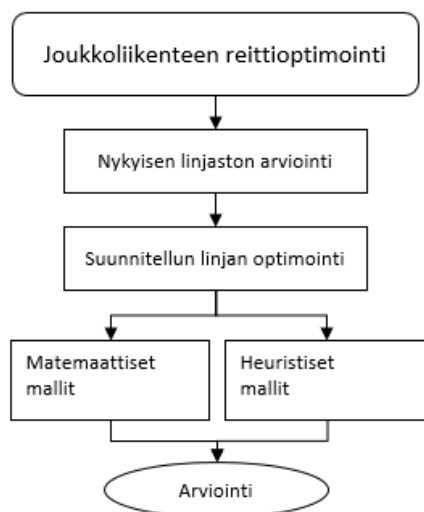
Reittioptimointi voidaan aloittaa määrittelemällä nykyisen linjaston rajoitteet sekä ominaisuudet ja muodostamalla suunnittelun tavoitteet. Arvioitavia kohteita voivat olla esimerkiksi linjaston kokonaispituus, keskimääräinen linjapituus, linjojen päällekkäisyydet, linjaston ja pysäkkien palveluetaisyys, linjaston tehokkuus (siirtoajat) ja keskimääräinen pysäkkien etäisyys toisistaan. (Ning 2011, 35.) Itse reittioptimoinnissa optimoitavia kohteita ovat reitin pituus, pysäkkien lukumäärä ja sijainti, kustannusvastaavuus määritetyn operointiajan jälkeen, matkustajamäärät ja reitin tehokkuus. (Ning 2011, 35). Arvioinnissa ja vertailussa optimoitua reittiä vertaillaan olemassa oleviin linja-auto- sekä junapalveluihin.

Joukkoliikenteen reittioptimointi voidaan jakaa karkeasti kahteen optimointimalliin:

1. matemaattisiin malleihin
2. heuristisiin malleihin. (Ning 2011, 10.)

Matemaattisissa malleissa käytetään algoritmeja. Se otetaan käyttöön, jos kyseessä on selkeästi optimointiongelma ja tavoitteena täydellinen lopputulos. Matemaattiset joukkoliikenteen reittioptimointimallit vaativat reittioptimointiohjelmiston. (Ning 2011, 11.) Reittioptimointiohjelmistoissa syötetään ongelman lähtötiedot, joiden pohjalta ohjelmisto muodostaa ratkaisun ja tulosraportit automaattisesti. Tämän jälkeen ohjelmiston käyttäjä voi muokata ratkaisua haluttuun suuntaan. (Bräysy & Porkka 2007, 37.)

Heuristisissa malleissa ongelmat ratkaistaan kokeilemalla tai itse keksimällä. Malleissa luodaan kriteerit, joiden suhteen vaihtoehtoja vertaillaan ja joiden perusteella valinta suoritetaan. (Suomen kuljetusopas n.d.) Ningn (2011) mukaan linja-autoliikenteessä heuristinen malli soveltuu linjan valinnan ja siihen liittyvien aikataulujen yhdistelmän optimointiin. Se perustuu aikaisempaan kokemukseen, matkustajamääriin ja siihen liittyvään dataan, suunnittelijan intuitioon sekä alalla vallitsevaan politiikkaan. (Ning 2011, 11.) Kuvio 9 sisältää joukkoliikenteen reittioptimointiprosessin.



Kuvio 9. Joukkoliikenteen reittioptimointiprosessi (Ning 2011, muokattu.)

## 4 Joukkoliikenteen kustannukset

Joukkoliikenteen suunnitteluvaiheessa taloudellisilla tarkasteluilla on tärkeä rooli. Tehokkaasti suunniteltu ja mahdollisimman hyvin kysyntään vastaava liikennöinti on kustannustehokkain tapa hoitaa joukkoliikennettä. Markkinaehtoisessa liikenteessä

suunnitteluvaiheessa arvioitua kysyntää verrataan laskettuihin kustannuksiin, jotta hinnoittelu saadaan järkeväksi ja kustannusvastaavuus täyttyy. Kun liikennöinnin tulot kattavat siihen sitoutuvat menot, kustannusvastaavuus täyttyy.

#### 4.1 Operatiivinen laskentatoimi

Operatiivinen laskentatoimi tuottaa laskelmia yrityksen johdon päätöksenteon perustaksi. Operatiivisella laskentatoimella ohjataan yrityksen toimintaa eli päätetään toiminnan edellyttämistä operaatioista. Kun esimerkiksi tilinpäätöksissä kustannukset määritellään kirjanpitolain ja hyvän kirjanpitotavan perusteella, operatiivisessa laskentatoimessa määrittävä tekijä on tarkoituksenmukaisuus. Se hyödyntää laskelmissaan jo toteutuneita tietoja ja dataa eli käyttää hyväkseen mennyttä aikaa. (Jyrkkiö & Riistama 2002, 26–27.)

Todellinen operatiivisen laskentatoimen tavoite on kuitenkin auttaa tulevaisuuteen tähtäävää suunnittelua selvittämällä suoritekohtaiset kustannukset (Jyrkkiö & Riistama 2002, 27, 60). Suoritekohtaisessa laskennassa tuotannontekijöiden käytöstä syntyvät kustannukset kohdistetaan suoraan määritetylle toiminnolle sisältäen kaksi päätyyppiä: ennakkolaskelmat ja jälkilaskelmat. **Ennakkolaskelmat** tehdään suunnitteluvaiheessa esimerkiksi hinnoittelua varten. **Jälkilaskelmat** tehdään jo aikaansaatuja suoritteiden kustannusten selvittämiseksi. (Oksanen 2004, 128.)

Operatiivinen laskentatoimi sisältää erilaisia ongelmia, joita joudutaan ratkaisemaan ennen laskelmien suorittamista. Kuviossa 10 on esitelty ongelmatyypit sekä niihin kuuluvat kysymykset.

Laajuusongelma	Mitä kustannuksia ja tuottoja on otettava huomioon, jotta laskelmista saataisiin riittävät perusteet päätöksenteolle?
Mittausongelma	Miten mitataan tuotannontekijöiden ja suoritteiden määrää?
Jaksotusongelma	Miten useille laskentajaksoille kohdistuvat kustannukset jaetaan eri jaksoille?
Kohdistamisongelma	Miten kohdistetaan sellaiset kustannukset, jotka ovat yhteisiä useille tuoteryhmille, tuotteille ja osastoille?
Arvostusongelma	Miten määritetään yksikköhinta?

Kuvio 10. Operatiivisen laskentatoimen ongelmatyypit (Jyrkkiö & Riistama 2002, 56–57, muokattu.)

Tässä tutkimuksessa operatiivisen laskentatoimen ongelmatyypeistä nousevat esiin *laajuusongelma* ja *mittausongelma*. Laajuusongelma ratkaistiin sillä, että kustannuslaskenta rajattiin ylimmän johdon toimesta vain marginaalilaskelmiin, mitä voidaan pitää riittävän tarkkana laskentatoimena päätöksenteolle.

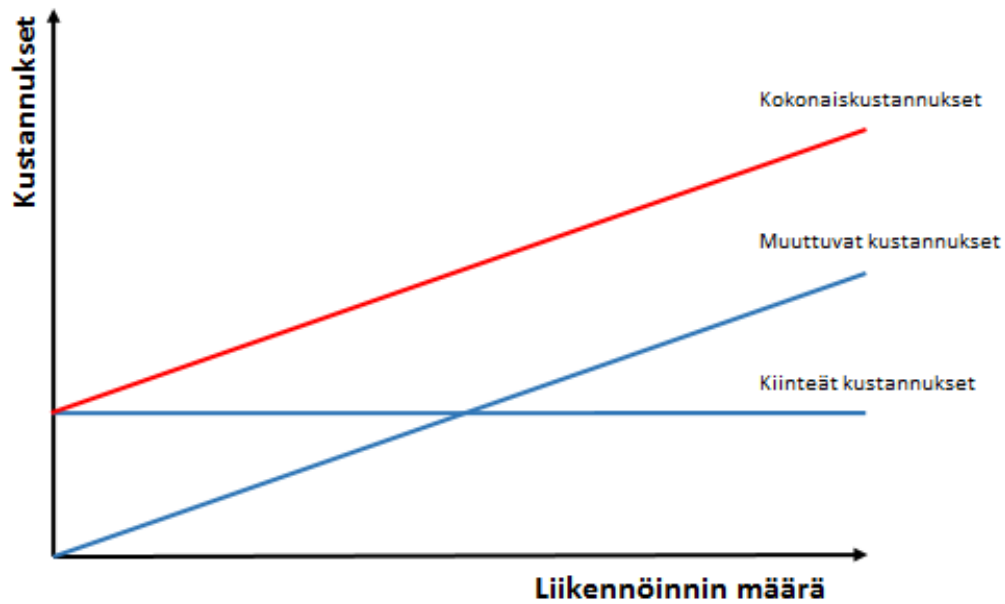
Mittausongelmaan löydetään vastaus suunnittelun jälkeen, kun linjasto ja siihen käytettävä aika ja kilometrimäärä ovat tiedossa. Arvostus-, jaksotus- ja kohdentamisongelmat eivät kuuluneet tutkimuksen piiriin.

## 4.2 Kiinteät ja muuttuvat kustannukset

Kokonaiskustannukset muodostuvat kiinteistä ja muuttuvista kustannuksista.

**Kiinteät** kustannukset tarkoittavat ovat kuluja, jotka määritettynä ajanjaksona eivät vaihtelee toiminta-asteen vaihdellessa. Ajanjakso voi olla esimerkiksi vuosi tai aikataulukausi. Kiinteiden kustannusten merkitys muuttuu aikavälin vaihdellessa. (Periviita 1994, 4.) Lyhyen ajanjakson, esimerkiksi aikataulukauden aikana kiinteät kustannukset voivat olla esimerkiksi hallinnon kustannukset, kaluston pääomakustannukset, vakuutukset sekä toimitilat ja rakennukset (Kuljetusten toimintolaskennan sovellukset ja toteutus 2003, 43; Periviita 1994, 4). Kun aikaväli on keskipitkä tai pitkä, kuten vuosi tai vuosikymmen, kiinteiden kustannusten merkitys muuttuu. Esimerkiksi kaluston pääomamenot ovat vuositason kiinteitä kustannuksia mutta vuosien tarkasteluvälillä muuttuvia kustannuksia poistoarvojen pienenemisen ja uuden kaluston hankinnan takia. (Periviita 1994, 4.)

**Muuttuvat** kustannukset puolestaan ovat kustannuksia, jotka reagoivat nopeasti toiminta-asteen muutokseen. Tällaisia kustannuksia ovat mm. polttoaine-, huolto-, rengas- ja korjauskustannukset. Myös palkkakustannukset ovat muuttuvia, vaikka joissakin tapauksissa ne jaetaan erikseen omaan kustannusryhmään muuttuvien ja kiinteiden kustannusten rinnalle. Pitkän aikavälin tarkastelussa kuitenkin lähes kaikki kustannukset voidaan luokitella muuttuviksi kustannuksiksi. (Periviita 1994, 4.) Kuvio 11 sisältää muuttuvien ja kiinteiden kustannusten käyttäytymisen sekä niiden vaikutuksen kokonaiskustannuksiin.



Kuvio 11. Kustannusten käyttäytyminen (BootCamp Articles 2017.)

#### 4.3 Linja-autoyrittysten kustannusrakenne

Kirjallisuudesta löytyy kustannusten ryhmittelylle erilaisia lähestymistapoja ja termejä mutta rakenne koostuu aina samoista kustannustekijöistä. Periviidan (1994) sekä Ojalan ja Pursulan (1994) mukaan linja-autoyrittäjien kustannusrakenne voidaan jakaa kolmi- tai neliporaiseen kustannusmalliin. Kolmiportaisessa mallissa pääomakustannukset luetaan osaksi yleiskustannuksia. Neliportainen malli on hieman tarkempi ja koostuu seuraavista kustannuskomponenteista:

- aikakustannukset
- kilometrikustannukset
- pääomakustannukset
- yleiskustannukset. (Periviita 1994, 3; Ojala & Pursula 1994, 203.)

Yllä olevasta kustannusrakenteesta aika- ja kilometrikustannuksia voidaan pitää ns. ajokustannuksina (Ojala & Pursula 1994, 202). Mäntynen ja Pelkonen (1994) taas jaottelevat ajokustannukset kolmeen kategoriaan: aika-, onnettomuus- ja ajoneuvokustannuksiin. *Aikakustannuksissa* käsitellään ajan arvoa ja siihen sisältyy mm. henkilöstön bruttopalkka sosiaalikuluneen. *Onnettomuuskustannuksien* taloudelliset kustannusvaikutukset muodostuvat onnettomuuden uhrin työn



menetyksestä, sairaanhoitokustannuksista, hallintokustannuksista, vararesurssien käytöstä sekä materiaa livahingoista. *Ajoneuvokustannukset* pitävät sisällään ajoneuvon hankinta- sekä käyttökustannukset. (Mäntynen & Pelkonen 1994, 58-64.)

White (2017) esittelee kokonaiskustannusten jakamisen mm. tuotantopanosten ja kuljetustoiminnan mukaan jaettavaan kustannuksiin. Kolmas tapa on jakaa kustannukset niiden vaihtelevuuden mukaan. **Tuotantopanoksien** mukaan jaetussa kustannusrakenteessa eritellään yksityiskohtaisesti palkat, energiankulutus, varaosa- ja materiaalikustannukset, vakuutukset, vuokrat sekä poistot ja korot. (White 2017, 220.)

**Kuljetustoiminnan mukaan** jaetussa mallissa kustannukset jaetaan liikennöinnin operointikustannuksiin, polttoaine- ja huoltokustannuksiin sekä hallinto, hyvinvointi ja yleiskustannuksiin. Liikennöinnin operointikustannukset sisältävät kuljettajien ja ajojärjestelyn kustannukset, lippulaitteiden kustannukset ja työvaatteet. Polttoaine- ja huoltokustannukset koostuvat materiaali- ja varaosakustannuksista, huolto-organisaation palkoista ja huoltokiinteistöjen sekä huoltolaitteiden kustannuksista. Hallinto, hyvinvointi ja yleiskustannukset sisältävät esimerkiksi hallinnon kulut, työterveyskustannukset, vakuutukset, korot, poistot ja verot. (White 2017, 221.)

**Vaihtelevuuden mukaan** jaetussa mallissa kustannukset jaetaan muuttuviin, semi-muuttuviin, kiinteisiin sekä pääomavelan korkokustannuksiin. Muuttuvat kustannuskomponentit ovat ajan ja etäisyyden mukaan muuttuvia kuluja. Koska palkkakustannukset ovat aina suurin linja-autoyrittäjien kustannuserä, ajan mukaan muuttuvat kustannukset ovat tärkeämpiä kuin etäisyyden mukaan muuttuvat. Pääomavelan korkokustannukset ovat eritelty muista kustannuksista niiden luonteen takia. (White 2017, 222.) Taulukossa 6 on esitelty linja-autoyrittäjien kustannusindeksi vuodelta 2010, jossa palkkakustannukset on eritelty omaksi kustannuslajikseen.

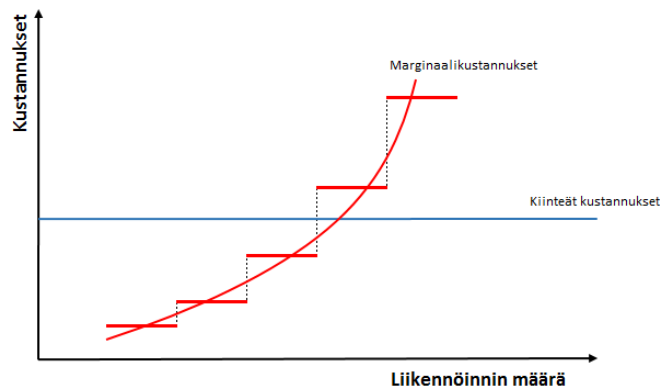
Taulukko 6. Linja-autoyrittäjien kustannusjakauma vuonna 2010 (Joukkoliikenteen rahoitus 2013, 12.)

	Sopimus- liikenne	Kaupunki- liikenne	Vakio- vuoro- liikenne	Pikavuoro- liikenne	Tilaus- liikenne	Ko- konais- indeksi
Palkkakustannukset	60,4	59,1	52,2	54,8	43,3	55,6
Muuttuvat kustannukset (joista erikseen dieselöl- jy)	21,8 (13,1)	21,5 (14,6)	27,2 (17,5)	26,8 (17,0)	28,8 (14,5)	24,3 (14,8)
Kiinteät kustannukset	17,8	19,8	20,6	18,4	27,9	20,1

#### 4.4 Marginaalikustannukset

Tämän työn kustannuslaskenta perustuu marginaalikustannuslaskelmiin. Marginaali- eli rajakustannus tarkoittaa kustannusten lisäystä, joka syntyy yhden palvelutuotannon tai yhden yksikön lisäyksestä. Jos palvelutuotantoa supistetaan, puhutaan marginaalisäästöistä. Toisaalta yhtä myytyä lisäyksikköä eli matkaa kutsutaan marginaalituloksi. Selvitettäessä tuotantotasojen muutoksista aiheutuvia marginaalikustannuksia tai -säästöjä, otetaan laskelmissa huomioon muuttuvat kustannukset. (Periviita 1994, 5; Helke 2007, 16.)

Linja-autoliikenteessä marginaalikustannukset eivät nouse suoraviivaisesti tuotettujen matkojen suhteen, koska kalustoyksikön kapasiteetin ollessa täynnä, tarvitaan toinen kalustoyksikkö. Tästä syystä marginaalikustannusten kuvaaja lla on tällaisessa kohdassa epäjatkuvuuskohta, jossa kuvaaja hyppää korkeammalle kustannuskäyrällä. (Helke 2007, 16–17.) Kuvio 12 sisältää yleisen marginaalikustannuskäyrän sekä sitä mukailevan joukkoliikenteen rajakustannuskäyrän hyppäyksineen.



Kuvio 12. Yleinen marginaalikustannuskäyrä ja sitä mukaileva joukkoliikenteen marginaalikustannuskäyrä (Helke 2007, 17, muokattu.)

## 5 Hiihtokeskukset

### 5.1 Pohjois-Suomen hiihtokeskusmatkailu

Pohjois-Suomen hiihtokeskuksiin tehtiin sesonkiaikana eli tammi-huhtikuussa ja joulukuussa vuosina 2012–2016 yli neljä miljoonaa matkaa. Hiihtokeskuksiin suurin kysyntä tuli Pohjois-Pohjanmaan maakunnasta, josta tehtiin kaikkiin hiihtokeskusten sijaintikuntiin lähes 900 000 matkaa. Toisena oli Uusimaa ja kolmantena Lappi. Taulukossa 7 esitellään Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin tehdyt matkat maakunnittain vuosina 2012–2016.

Taulukko 7. Suomalaisten vapaa-ajanmatkat Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin matkan tehneen henkilön asuinmaakunnan mukaan (Tilastokeskus 2017.)

Asuinmaakunta	Matkamäärä	Asuinmaakunta	Matkamäärä
Pohjois-Pohjanmaa	883 000	Satakunta	127 000
Uusimaa	775 000	Pohjois-Karjala	106 000
Lappi	414 000	Pohjanmaa	100 000
Pirkanmaa	275 000	Kanta-Häme	93 000
Pohjois-Savo	257 000	Päijät-Häme	80 000
Varsinais-Suomi	216 000	Keski-Pohjanmaa	73 000
Keski-Suomi	166 000	Kymenlaakso	68 000
Etelä-Pohjanmaa	144 000	Etelä-Savo	62 000
Kainuu	138 000	Etelä-Karjala	31 000
		<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>4008000</b>

Suuralueen mukaan matkat Pohjois-Suomen hiihtokeskuksiin jakautuivat taulukon 8 mukaisesti. Taulukosta voidaan todeta, että Rukan Kuusamoon tehtiin kaikista

matkoista yli 28 % ja noin Rukan 40 % kysynnästä tuli Pohjois-Suomen alueelta. Pohjois-Suomesta tehtiin mainittujen hiihtokeskusten sijaintikuntiin 1 508 000 matkaa, joka on n. 37 % koko Suomesta tehdyissä matkoissa. Tyhjänä olevien kohtien matkustusmääriä ei ollut saatavilla. Uusimaan matkailu Syötteen Pudasjärvelle on laskettavissa vähentämällä kokonaismäärästä kaikkien muiden hiihtokeskusten ilmoitetut matkamäärät. Taas esimerkiksi muusta Etelä-Suomesta tehtyjä matkoja Inariin, Pudasjärvelle ja Kemijärvelle ei pysty luotettavasti yksilöimään, vaan on todettava matkailumäärän näihin kolmeen hiihtokeskusten sijaintikuntiin olleen yhteensä 86 000 matkaa. Samoin on meneteltävä Itä- ja Länsi-Suomen kohdissa. Uusimaan maakunta on suuralueen mukaan jaetussa taulukossa 8 eriytetty omaksi sarakkeekseen suuren matkustuskysynnän takia.

Taulukko 8. Suomalaisten matkat Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin suuralueen mukaan tammi-huhtikuussa ja koulukuussa 2012–2016 (Tilastokeskus 2017.)

Hiihtokeskus	Uusimaa	Muu Etelä-Suomi	Itä-Suomi	Länsi-Suomi	Pohjois-Suomi	Yhteensä
<b>Ruka (Kuusamo)</b>	215 000	109 000	157 000	189 000	459 000	<b>1 129 000</b>
<b>Levi (Kittilä)</b>	202 000	136 000	47 000	229 000	255 000	<b>869 000</b>
<b>Ylläs (Kolari)</b>	118 000	117 000	45 000	181 000	176 000	<b>637 000</b>
<b>Vuokatti (Sotkamo)</b>	86 000	40 000	122 000	72 000	164 000	<b>484 000</b>
<b>Saariselkä (Inari)</b>	66 000			70 000	131 000	<b>339 000</b>
<b>Syöte (Pudasjärvi)</b>					255 000	<b>306 000</b>
<b>Pyhä (Kemijärvi)</b>	70 000				69 000	<b>245 000</b>
	<b>775 000</b>	<b>488 000</b>	<b>425 000</b>	<b>812 000</b>	<b>1 508 000</b>	<b>4008000</b>

<b>Muu Etelä-Suomi</b>	Varsinais-Suomi, Päijät-Häme, Kanta-Häme, Kymenlaakso, Etelä-Karjala
<b>Itä-Suomi:</b>	Etelä-Savo, Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo
<b>Länsi-Suomi</b>	Pirkanmaa, Satakunta, Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa, Pohjanmaa
<b>Pohjois-Suomi</b>	Keski-Pohjanmaa, Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu, Lappi

Pohjois-Suomen hiihtokeskusten vuosittainen sesonki sijoittuu jouluihin ja huhtikuun välille. Tilastokeskuksen mukaan hiihtokeskusten sijaintikunnissa on maaliskuussa sesongin kysyntäpiikki ja silloin Saariselän Inaria lukuun ottamatta kaikkien muiden hiihtokeskusten kävijämäärät ovat korkeimmillaan. Yhteensä maaliskuussa tehtiin noin neljästä miljoonasta matkasta yli 1,1 miljoonaa matkaa. Taulukossa 9 on hiihtokeskusten sijaintikuntiin tehdyt matkat matkustuskuukauden mukaan jaettuna.

Taulukko 9. Suomalaisten matkat Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin matkustuskuukauden mukaan tammi-huhtikuussa ja joulukuussa 2012–2016 (Tilastokeskus 2017.)

Hiihtokeskus	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Joulukuu	Yhteensä
Levi (Kittilä)	98 000	180 000	236 000	181 000	174 000	869 000
Pyhä (Kemijärvi/Pelkosenniemi)			72 000	61 000		245 000
Ruka (Kuusamo)	153 000	225 000	281 000	215 000	255 000	1 129 000
Saariselkä (Inari)			109 000	112 000	59 000	339 000
Syöte (Pudasjärvi)	53 000	69 000	80 000	80 000		306 000
Vuokatti (Sotkamo)	51 000	111 000	150 000	86 000	87 000	484 000
Ylläs (Kolari)	81 000	106 000	198 000	160 000	91 000	637 000
	497 000	751 000	1 127 000	876 000	758 000	4 008 000

## 5.2 Hiihtokeskuslinjojen nykyiset palvelumallit

Ongelmana Suomessa reittiliikenteessä operoivissa Pohjois-Suomen hiihtokeskuslinjoissa ovat matkustusaika ja hinta. Suurin osa nykyisestä joukkoliikenteen palvelumallista ei tue julkisten palveluiden käyttämistä hiihtokeskusmatkailussa. Hyvänä esimerkkinä heikosta linja-autoliikenteen palvelutasosta toimii reittiliikenne Oulun ja Rukan välillä. Ruka on Pohjois-Suomen suosituin hiihtokeskus ja Etelä-Pohjanmaa, Pohjois-Pohjanmaa, Lappi sekä Kainuun sen merkittävimmät markkina-alueet (Tilastokeskus 2017). Viikonloppuisin Oulusta Rukalle pääsee Kuusamon kautta, jossa täytyy vaihtaa linja-autoa. 245 kilometrin matka-aika viikonloppuisin vaihtelee välillä 3h 40min – 4h 10min lippujen hinnan ollessa 32 euroa/suunta. Jos 4 hengen opiskelijaryhmä päättää lähteä Rukalle viikonlopuksi, on heillä vaihtoehtona jakaa oman auton kustannukset keskenään tai valita linja-auto. Valittaessa linja-auto ryhmän matkustuslippujen kokonaiskustannus on 256 euroa ja kokonaismatka-aika 7h 20min – 8h 20min. Oman auton käytöstä saatavat joustavuus, nopeus ja halvempi hinta verrattuna joukkoliikenteen palveluihin ovat ajaneet ihmiset käyttämään hiihtokeskuslinjoissa suurilta osin omia autoja. Taulukko 10 sisältää kulkumuotojakauman, matkojen lukumäärät ja prosenttiosuudet suurimpien Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin.

Taulukko 10. Kulkumuotojakauma prosenttiosuuksin Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin vuosina 2012–2016 (Tilastokeskus 2017.)

Kulkuväline	Matkat	%-osuudet
Auto	3 284 000	82 %
Juna tai bussi	387 000	10 %
Lento	337 000	8 %
<b>Yhteensä</b>	<b>4 008 000</b>	<b>100 %</b>

Joukkoliikenteen käyttäjät kokevat matkan vaiheet eriarvoisiksi. Matkan eri osavaiheiden rasittavuuden kokeminen erilaisena vaikuttaa matkustajien kulkumuotovalintaan. Esimerkiksi järjestetyn vaihdon rasittavuuskerroin asiakkaalle voi vaihdella välillä 2-3,5 ja vaihdon välttämiseksi voidaan hyväksyä esimerkiksi pidempi matkustusaika. (Ojala & Pursula 1994, 47–48.) Vaihtoja tulisi siis välttää, vaihtoaikoja minimoida ja huolehtia hinnan sekä matka-aikojen suhteesta. Hiihtokeskuslinjojen pysäkkivalinnoissa on otettava huomioon pysäkit yhteydet, jotta asiakkaat saavat sukat ja muut hiihtovälineen pysäkillä mahdollisimman helposti.

### 5.3 Nykytila-analyysi

Toimeksiantajalla on kaksi virallista hiihtokeskuslinjaa: F4Ski ja F5Ski. Molempien linjojen liikennöintikaudet ovat 16. joulukuuta – 8. tammikuuta ja 1. helmikuuta – 1. toukokuuta. Liikennöintipäivät ovat keskiviikkoisin, perjantaisin ja sunnuntaisin hiihtokeskuksiin ja torstaisin, lauantaisin ja maanantaisin takaisin Helsinkiin. Taulukossa 11 on esitelty toimeksiantajan olemassa olevien hiihtokeskuslinjojen lähtö- ja saapumisaajat, liikennöintipäivät sekä liikennöintikaudet.

Taulukko 11. Onnibus.com Oy:n hiihtokeskuslinjojen liikennöintiajat

Liikennöintikaudet: 16.12 - 8.1. 1.2.-1.5.

F4 Ski	Ke, Pe, Su	To, La, Ma	F5 Ski	Ke, Pe, Su	To, La, Ma
Helsinki, Kamppi	22:30	↑ 5:50	Helsinki, Kamppi	23:30	↑ 12:15
Levi, Hotelli Levitunturi	13:25	↓ 15:10	Ruka, Kumpare	11:00	↓ 23:40

Muita hiihtokeskusyhteyksiä ovat linjalla F9 Jyväskylä-Tampere-Turku oleva yhteys Himokselle, jossa pysäkinä toimii Himoksen pikavuoropysäkki valtatie 9:n varrella.

Linjalla F5 Helsinki-Mikkeli-Kuopio auto jatkaa kaksi kertaa päivässä Kuopion linja-autoasemalta Tahkovuorelle.

Olemassa olevat, viralliset hiihtokeskuslinjat palvelevat kolmea suurinta hiihtokeskusta Pohjois-Suomessa. Molemmat tarjoavat suoran yhteyden Helsingistä, josta tehdään yksittäisistä kaupungeista toiseksi eniten matkoja (Tilastokeskus 2017). Helsingin lisäksi F4Ski palvelee Päijät-Hämeen, Keski-Suomen ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntakeskuksia sekä Lapissa Kemiä ja Tornion aluetta. F5Ski ajetaan Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Kainuun maakuntakeskusten läpi, joista matkustettiin Uusimaan jälkeen toiseksi eniten Rukalle (Tilastokeskus, 2017).

Molemmat linjat ajetaan yöllä. Se alentaa matkustajien kynnystä valita linja-auto, koska pitkän ajomatkan sijasta matkustaja voi nukkua yön yli. Yön yli ajettavat linjat mahdollistavat myös nopeamman aikataulutuksen muun liikenteen ollessa vähäistä. Koska saapumisajat ovat kello 13.25 ja 11:00, matkustajat voivat siirtyä suoraan päätepysäkiltä majoitustiloihin tai rinteisiin. Toisaalta yöllä ajettavat linjat nostavat palkkakustannuksia, koska kuljettajille maksetaan enemmän yö- ja iltalisiä.

Toimeksiantajan nykyisten hiihtokeskuslinjojen ominaisuutena on palvelualueen rajautuminen ns. itä-länsi- malliin. F5Ski:n saavutettavuusalue rajoittuu vain itäpuolella kulkevan valtatie 5:n varrelle. F4Ski:n saavutettavuusalue taas on hieman laajempi, koska reitti palvelee sekä valtatie 4 että E8- tietä. F4Ski:llä on yhteys linjaan F8 Oulussa. F8 liikennöi välillä Helsinki-Turku-Vaasa-Oulu.

Nykyinen toimeksiantajan palvelumalli hiihtokeskusten osalta ei salli matkustamista esimerkiksi länsirannikolta Rukalle tai itäpuolelta Leville ja Ylläkselle. Kuten taulukosta 12 voidaan nähdä, esimerkiksi Pohjois-Suomesta (Lappi, Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu) tehtiin Rukalle 459 000 matkaa. F5Ski kulkee Kainuun maakuntakeskuksen (Kajaani) kautta Rukalle mutta palvelumalli ei ylety Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin maakuntakeskuksiin (Oulu ja Rovaniemi). Leville taas tehtiin 255 000 matkaa Pohjois-Suomesta. Nykyinen malli Leville palvelee Pohjois-Pohjanmaata ja Lappia, mutta ei Kainuuta. Vuokattiin matkustettiin Pohjois-Suomesta 164 000 kertaa, eikä sinne ole yhteyttä ollenkaan. Pohjois-Suomesta taas tehdään eniten matkoja, mutta yli puoleen hiihtokeskuksista ei ole yhteyttä. Taulukossa 12 havainnoidaan nykyistä palvelutasoa. Taulukosta näkee, että

toimeksiantajalla on Uusimaalta olemassa kattava palvelu kolmeen suurimpaan hiihtokeskukseen ja nykymalli tavoittaa Uudenmaan kysynnän. Kuusamoon Pohjois-Suomesta matkajia palvelee vain Kainuun alueelta, kun taas Itä-Suomesta Rukalle malli palvelee Pohjois- ja Etelä-Savon maakuntia, mutta ei Etelä-Karjalaa.

Taulukko 12. Onnibus.com Oy:n nykymallin palvelutaso

Hiihtokeskus	Uusimaa	Muu Etelä-Suomi	Itä-Suomi	Länsi-Suomi	Pohjois-Suomi	Yhteensä
Ruka (Kuusamo)	215 000	109 000	157 000	189 000	459 000	1 129 000
Levi (Kittilä)	202 000	136 000	47 000	229 000	255 000	869 000
Ylläs (Kolari)	118 000	117 000	45 000	181 000	176 000	637 000
Vuokatti (Sotkamo)	86 000	40 000	122 000	72 000	164 000	484 000
Saariselkä (Inari)	66 000			70 000	131 000	339 000
Syöte (Pudasjärvi)					255 000	306 000
Pyhä (Kemijärvi)	70 000				69 000	245 000
	775 000	488 000	425 000	812 000	1 508 000	4 008 000

<span style="background-color: #008000; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	= nykymalli palvelee täysin	<span style="background-color: #ff0000; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	= nykymalli ei palvele, kysyntä yli 100 000
<span style="background-color: #90ee90; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	=nykymalli palvelee suurilta osin	<span style="background-color: #ffff00; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	= nykymalli ei palvele, kysyntä alle 100 000
<span style="background-color: #00ff00; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	=nykymalli palvelee osittain		

## 6 Tutkimuksen toteutus

### 6.1 Suunnitellut tuotantokonseptit

Tuotantokonseptit pitävät sisällään reitin, aikataulut, kuljettajien työvuorot, liikennöintipäivät ja kustannuslaskennan. Reittisuunnitteluun vaikuttivat kysynnästä ja tarjonnasta kerätyt tiedot. Kysyntädataa eli toteutunutta ja potentiaalista matkustuskysyntää tarkasteltiin Tilastokeskukselta tilatulla matkustusdatalla sekä käymällä keskusteluja yrityksen johdon ja Pohjois-Suomen kuljettajien kanssa. Tarjontadata selvitettiin olemassa olevasta toimeksiantajan sekä markkinoiden yleisetä palvelumallista ja sekä rajoitteista. Sijoitettujen pysäkkien valintaan vaikutti niiden sijainti suhteessa linjan pääväylään, väestömäärät sekä pysäkillä tarjottavat palvelut. Sijainnin on oltava lähellä pääväylää siten, ettei pysähtymiseen mene aikaa. On paljon kustannustehokkaampaa antaa asiakkaiden hoitaa syöttöliikenne yhteen pisteeseen valtatie viereen, kun lähteä pääväylältä itse kiertelemään ja noutamaan asiakkaita pysäkeiltä. Sijainnin on kuitenkin oltava sellainen, että matkustaja pääsee siihen sekä jalan että autolla, jotta saavutettavuusalue kasvaa. Väestömäärillä pyrittiin ennustamaan potentiaalista matkustuskysyntää. Pysäkkien tiedot ja niiden saavutettavuusalueet löytyvät liitteistä 1 ja 2.



Vuorovälien suunnittelussa hyödynnettiin olemassa olevaa hiihtokeskusten sekä vaihtoyhteyslinjojen palvelukäytäntöä ja siten määriteltiin vuorovälit eli tässä tapauksessa liikennöintipäivät. Liikennöintipäivien lukumäärää vaikutti myös kustannuksiin, jolloin arvioitiin harvemman liikennöintivälin kustannussäästöjen suhdetta menetettyihin lipputuloihin ja hankaloituneeseen autokierto-suunnitteluun. Taulukon 9 (ks. sivu 41) sisältävistä kuukausikohtaisista kysyntämääristä voidaan todeta, ettei nykyisiä liikennöintijaksoja 16.12. – 8.1. ja 1.2. – 1.5., ole tarvetta muuttaa.

Aikataulusuunnittelua varten tarvittiin ensiksi ajoa-ajat. Ajoa-ajat selvitettiin laskemalla toimeksiantajan jo olemassa olevista Pohjois-Suomen linjoista keskinopeus ja syöttämällä saatu luku reittioptimointiohjelman. Optimointiohjelman antamat ajoajat tarkastettiin ”kenttämittauksella”, jossa yksi suunniteltu linja ajettiin henkilöautolla talvinopeusrajoituksilla pysähtyen suunnitelluille pysäkeille ja toimien muutenkin linja-auton toiminnan mukaisesti. Tuloksena saatua ajoaikaa tarkasteltaessa todettiin, että optimointiohjelmistoon syötetty keskinopeus ja siitä saadut ajoajat vastaavat riittävällä tarkkuudella todellisuutta. Täten voitiin todeta, että myös muiden suunnittelukohteiden ajoajat ja aikataulut pystyttiin optimoimaan ilman ”kenttämittausta”. Muilla suunnitelluilla linjoilla käytettävien teiden profiilit eivät eroa mitatun tien profiilista. Taulukossa 13 vertaillaan reittioptimointiohjelmalla optimoitua, henkilöautolla mitattua ja työssä suunniteltua ajoaikaa välille Kajaani-Oulu.

Taulukko 13. Ajoaikavertailu välillä Kajaani-Oulu

	Mitattu	Optimoitu	Suunniteltu
Kajaani-Paltamo, Neste	31 min	32 min	30 min
Paltamo, Neste-Vaala-ABC	40 min	41 min	40 min
Vaala ABC-Muhos, VT	41 min	43 min	40 min
Muhos-Oulu, LA	32 min	30 min	35 min
<b>Yht.</b>	<b>144 min</b>	<b>146 min</b>	<b>145 min</b>

Aikataulusuunnittelussa pyrittiin löytämään ratkaisumalli, joka palvelee asiakkaita mahdollisimman hyvin ja toisaalta mahdollistaa yritykselle kustannustehokkaan tuotantomallin. Suunnittelussa lähtö- ja saapumisaikoja tarkasteltiin hiihtokeskusmatkailijan kuvakulmasta ja ajat suunniteltiin siten, että matkustaja

pääsee tarvittaessa aamuisin hiihtokeskuksiin ja iltaisin takaisin kotiin. Huomioon otettiin myös majoitusliikkeiden aamupäivään sijoittuva vaihto aika. Uusien linjojen mahdollisimman lyhyet vaihtoyhteydet jo olemassa oleviin linjoihin pyrittiin maksimoimaan unohtamatta kuitenkaan uuden linjan omia kannattavuusperiaatteita. Suunnitellun linjan kannattavuus ei siis saa pohjautua liikaa vaihtoyhteyksiin, vaan niiden tarkoituksena on laajentaa palvelu aluetta ja siten varmistaa uuden linjan kannattavuus. Aikataulut löytyvät liitteestä 3.

Ajosarjasuunnittelu tehtiin yhteydessä aikataulusuunnittelun kanssa. Kuljettajien linja-aika maksimoitiin pyrkien minimoimaan ylimääräisiä palkallisia taukoja, odotusaikoja ja siirtoajoja. Ajosarjojen rakentamisessa otettiin huomioon ajo- ja lepoaika-asetus sekä auto- ja kuljetusalan työntekijäliiton ylläpitämän linja-autohenkilökunnan työehtosopimus. Ajoneuvojen siisteys nostaa palvelutasoa, joten ajosarjoihin on lisätty aina saapumisen jälkeen hieman aikaa auton siivouksille ja roskien keräykselle. Työpäivien lopetukseen, kuten siirtoajoon, tankkaukseen, WC-huoltoon ja auton päällipesuun on lisätty aikaa toimeksiantajan olemassa olevien ajosarjojen mukaan. Kaikki kuljettajien tarvitsema informaatio on lisätty ajosarjoihin, jotka löytyvät liitteistä 4-6.

Suunniteltujen konseptien kustannuslaskentaosuus suoritettiin yritykseltä saaduilla arvoilla. Työssä laskettiin marginaalikustannukset huomioiden toimeksiantajan muuttuvat kustannukset €/km- arvolla. Tämä arvo pitää sisällään kaikki liikkumisesta syntyvät kustannukset, kuten kuljettajien palkat, polttoaineet ja renkaat. Arvo pitää sisällään myös päivärahakulut ja pyhäpäivistä syntyvät kustannukset. Kustannustiedot löytyvät liitteistä 7 ja 8 (luottamuksellisia).

## 6.2 Vaihtoehto 1

Ensimmäisessä vaihtoehdossa (VE1) suunniteltiin suora yhteys välille Oulu-Ruka-Oulu. Tämän hetken markkinoilla suunnitellulla välillä on rajallinen kilpailu ja yhteydet Oulusta Rukalle hitaita ja kalliita sekä vaativat auton vaihdon Kuusamossa. Tässä suunnitelmassa kerättyyn kysyntädataan perustuen linjan ideana on myös avata yhteys länsirannikolta ja Pohjois-Pohjanmaalta Rukalle. Kuten taulukosta 12 nähdään, Pohjois-Suomen maakunnista tehtiin Rukan sijantikuntaan 459 000 matkaa.

Tämä palvelutason laajennus saadaan yhdistämällä suunnitellun linjan aikataulu linjan F8 aikataulun kanssa. Suunniteltu linja kulkee valtatie 20:lla ja vaihtuu Kuusamon jälkeen valtatiehen 5. Reitti lähtee Oulun linja-autoasemalta, kulkee Pudasjärven sekä Taivalkosken ABC:n kautta Kuusamon linja-autoasemalle ja sieltä Rukalle. Kuviossa 13 esitellään VE1:n reitti.



Kuvio 13. Vaihtoehdon 1 reittikartta

### 6.2.1 Liikennöinti

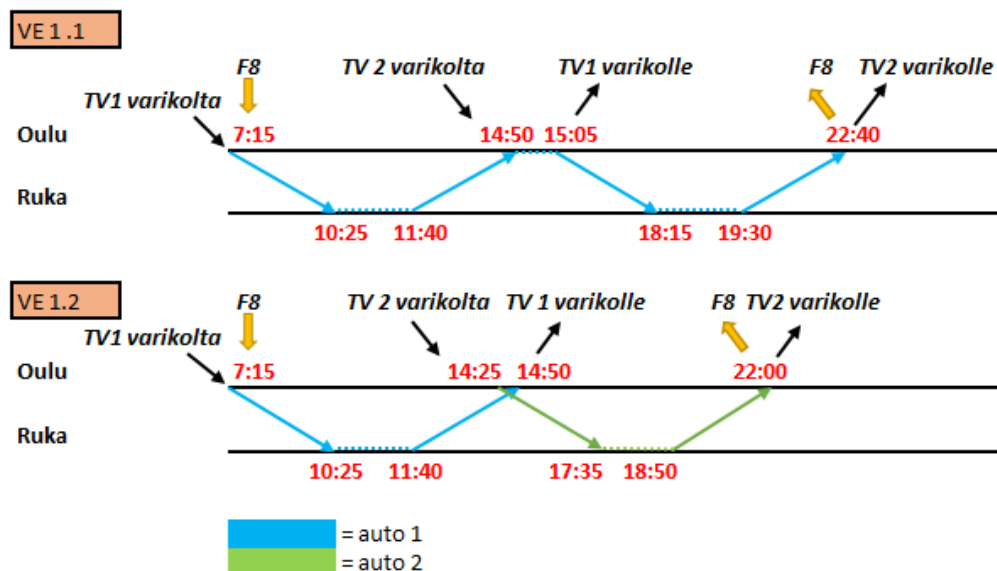
Suunnittelussa löydettiin kaksi eri tuotantovaihtoehtoa. Vaihtoehdossa 1.1 (VE1.1) sama auto käy kaksi kertaa liikennöintipäivänä Rukalla. Kello 7:15 lähtevään vuoroon on yhteys linjalta F8, joka saapuu Ouluun kello 7:05. Auto saapuu Rukalle kello 10:25 ja lähtee takaisin Ouluun kello 11:40 ja saapuu sinne kello 14:50. Oulussa suoritetaan ajonvaihto ja työvuoron 1 kuljettaja siirtyy henkilöautolla varikolle kello 15:05. Työvuoron 2 kuljettaja lähtee samalla autolla Rukalle ja palaa sieltä kello 22:40. Linjan F8 viimeinen lähtöaika Oulusta kohti Helsinkiä on nykymallissa kuitenkin jo kello 22:10. VE 1.1 siis vaatii linjalle F8 aikataulumuutoksen siten, että se lähtee Oulusta Helsinkiin vasta kello 22:50.

Vaihtoehto 1.2 vaatii kaksi autoa. Ensimmäinen lähtö Oulusta Rukalle on sama kuin vaihtoehdossa 1.1. Sama auto palaa Rukalta Ouluun kello 11:40, josta työvuoron 1 kuljettaja siirtyy linja-autolla varikolle. Vaihtoehdon 1.2 iltapäivän lähtö Oulusta on jo

kello 14:25. Se saapuu Rukalle kello 17:35 ja lähtee takaisin Ouluun kello 18:40. Tällöin saapumisaika Ouluun on kello 22:00, jolloin yhteys nykyiseen linjan F8 aikatauluun toteutuu ilman muutoksia.

Aikataulut on rakennettu siten, että ne jotka jäävät yöksi, pääsevät paluupäivänä majoitusliikkeiden vaihtoaikojen kannalta järkevään aikaan takaisin Ouluun. Iltapäivän lähdöt Oulusta palvelevat niitä, joiden tarkoituksena on jäädä yöksi ja mennä vasta seuraavana päivänä rinteeseen. Aamun lähtö Oulusta on melko aikaisin, kun huomioidaan myös matkustajan käyttämä aika siirryttäessä linja-autoasemalle. Toisaalta tämä antaa mahdollisuuden saapua jo aamupäivällä hiihtokeskuksen pysäkille, josta voi siirtyä suoraan rinteisiin tai majoitustiloihin. Iltapäivän lähdöt Oulusta takaavat sen, että aamupäivällä laskettelemaan saapuneet pääsevät halutessaan illaksi takaisin kotiin.

Tuotannollisesta näkökulmasta katsottuna VE 1.1 vaatii yhden auton ja kaksi kuljettajaa. Kuljettajien syöttö Oulun varikolta linjalle tapahtuu Oulussa käytössä olevalla henkilöautolla. VE 1.2 puolestaan sitoo kaksi autoa ja kaksi kuljettajaa. Henkilöautokuljetuksia ei tarvitse, koska siirtoajot varikon ja linja-autoaseman välillä ajetaan linja-autolla. Kuviossa 14 havainnollistetaan molempien vaihtoehtojen tuotantomallit. Mustat nuolet osoittavat työvuorojen (TV) linjalle liittymisen ja siitä poistumisen. Keltaiset nuolet viittaavat vaihtoyhteyksiin ja katkoviivat määränpäässä vietettyyn aikaan, kuten taukoihin, matkustajien avustamiseen ja auton siivoukseen.



Kuvio 14. Tuotantomallit vaihtoehtoille 1.1 ja 1.2

VE 1.2 sitoo kaksi autoa ja omaa huomattavasti heikomman kalustokäytön tehokkuuden kuin VE 1.1. Vaikka VE 1.1 vaatii henkilöautokuljetusten suunnittelun Oulu varikon ja linja-autoaseman välille sekä linjan F8 aikataulumuutoksen, on se silti malliltaan tehokkaampi vaihtoehto tilanteissa, joissa yhteys linjaan F8 halutaan säilyttää. Huomattavasti tehokkaampi kaluston käyttö kumoaa tässä tapauksessa linjan F8 aikataulumuutoksesta syntyvät kustannukset. Jos yhteyttä linjaan F8 ei haluttaisi pitää, suunnittelu vapautuisi ja yhdelle autolle voitaisiin määritellä optimoitujen ajoaikojen puitteissa myöhäisempi aamulähtö ja muiltakin osin vapaammat aikataulut. Vaikka kysyntää on jo pelkästään Oulusta Rukalle, vaihtoyhteyden menettäminen linjaan F8 vaikuttaisi kuitenkin negatiivisesti lipputuloihin.

Molemmissa vaihtoehtoissa liikennöintipäiviksi valittiin perjantai, lauantai ja sunnuntai, koska kokemukseen perustuen erityisesti hiihtokeskuksiin on viikonloppuisin kysyntää enemmän kuin viikolla.

### 6.2.2 Kustannukset

Liikennöintipäivien rajaaminen perjantaille ja viikonlopulle vaikuttaa huomattavasti myös liikennöinnistä aiheutuviin kustannuksiin. 3 päivän operoinnista syntyy huomattavasti pienemmät kustannukset kuin koko viikon kattavasta liikennöinnistä. Toisaalta vain valituille päiville suunniteltu liikenne nostaa kustannuksia autokiertosuunnittelun monimutkaistuessa. Tämä tarkoittaa sitä, että suunniteltuun liikenteeseen käytettävä auto liikennöi viikolla muilla linjoilla ja viikonloppuna Oulussa. On siis arvioitava liikennöinnin rajaamisesta saatavien kustannussäästöjen suhdetta menetettyihin lipputuloihin ja mahdollisesti lisääntyneisiin suunnittelukustannuksiin. Koska kustannussäästö on niin suuri, on suositeltavaa ainakin aloittaa liikennöinti vain viikonloppuisin. Liitteessä 8 vertaillaan kunkin mallin kustannuksia päivä- ja viikkotasolla sekä valittuina liikennöintipäivinä (luottamuksellinen).

## 6.3 Vaihtoehto 2

Vaihtoehdossa 2 (VE2) avattiin linja Vuokatin ja Levin välille. Markkinoilla olemassa oleva malli ei houkuta joukkoliikenteen käyttöön esimerkiksi matkustettaessa Oulusta Vuokattiin tai Kajaanista Leville, vaikka Tilastokeskuksen mukaan välillä on kysyntää. Esimerkiksi Oulusta Vuokattiin tarjonta on kaksi vuoroa päivässä, joista toinen vaatii lähes 2 tunnin vaihtoajan Kajaanissa. Vaihtoehdon 2 ideana onkin avata yhteys Kainuusta Leville sekä Lapista ja Pohjois-Pohjanmaalta Vuokattiin. Nämä palvelualueiden laajennukset saadaan toteutettua hyödyntämällä toimeksiantajan olemassa olevaa linjastoa vaihtoyhteyksillä ja avaamalla yhteyden Vuokatin ja Oulun välille. Linja kulkee Vuokatin hiihtokeskuksesta Kajaanin linja-autoasemalle. Kajaanista jatketaan Paltamon Nesteelle, Vaalan ABC:lle ja Muhoksen kautta Ouluun. Oulussa on yhteys sekä linjaan F4Ski, että linjaan F4. Kuviossa 15 on suunnitellun linjan reittikartta.



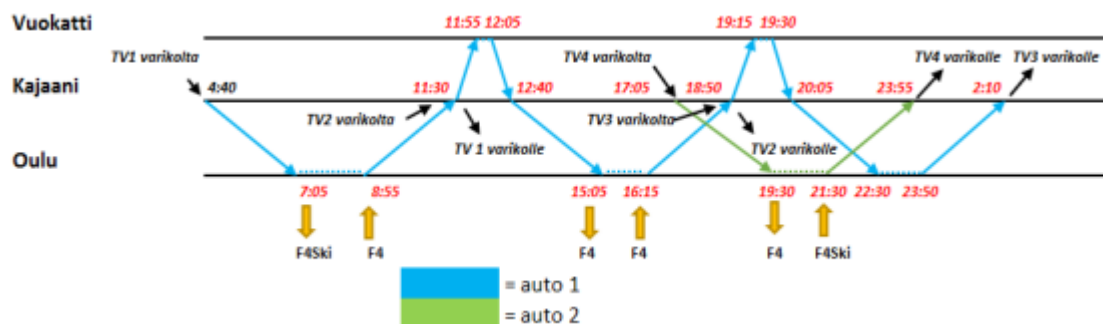
Kuvio 15. Vaihtoehdon 2 reittikartta

### 6.3.1 Liikennöinti

Liikennöinti vaatii kaksi autoa ja neljä kuljettajaa. Aikataulut suunniteltiin siten, että ne yhdistyvät linjan F4Ski, että linjan F4 kanssa. Linja F4 liikennöi viikolla välillä Helsinki-Oulu ja jatkaa viikonloppuisin Oulusta Rovaniemelle. Suunniteltu aikataulu antaa mahdollisuuden matkustaa Oulusta Vuokattiin aamupäivällä ja tulla illalla pois. Jos Oulusta tullut matkustaja jää yöksi, pääsee hän lähtöpäivänä järkevään aikaan

takaisin kotiin. Jos matkustaja tulee Rovaniemeltä asti, on hänellä vain reilu 5 tuntia aikaa olla Vuokatissa. Oletuksena kuitenkin on, että Rovaniemeltä asti matkustavat jäävät yöksi, jolloin he pääsevät paluupäivänä Rovaniemelle Vuokatista kello 12:05.

Auto 1 lähtee Kajaanin linja-autoasemalta kello 4:40 ja saapuu Ouluun kello 7:05, josta on vaihtoyhteys torstaisin, lauantaisin ja maanantaisin linjan F4Ski kanssa. On huomattava, että kaikki Kajaanin lähdöt lähtevät laiturista 1. Muilta laitureilta lähteminen vaatii toimeksiantajan kalustolle liian jyrkän kääntösäteen. Rovaniemeltä saapuu maanantaisin, lauantaisin ja sunnuntaisin linja F4 Ouluun kello 8:45 ja aamulla kello 7:05 Ouluun saapuneella autolla on lähtöaika takaisin Kajaaniin kello 8:55. Näin yhteys linjaan F4 toteutuu. Auto käy Vuokatissa ja tulee takaisin Ouluun kello 15:05, josta lähtee lauantaisin ja sunnuntaisin linja F4 Rovaniemelle kello 15:15. Kello 15:05 Ouluun saapunut auto lähtee takaisin Vuokattiin kello 16:15, johon on yhteys Rovaniemeltä kello 15:45 saapuvasta autosta. Sama auto käy Vuokatissa, tulee takaisin Ouluun kello 22:30 ja päättää päivänsä kello 2:10 Kajaanin linja-autoasemalle. Auton 2 liikennöinti kattaa yhden vuoron Ouluun. Se lähtee Kajaanin linja-autoasemalta kello 17:05 ja saapuu Rovaniemelle kello 19:30, josta on yhteys kello 19:45 Rovaniemelle lähtevään autoon. Auto lähtee takaisin Kajaaniin kello 21:30, koska F4Ski Leviltä saapuu Ouluun kello 21:15. Auton 2 työpäivä päättyy Kajaaniin kello 23:55. Kuvio 16 havainnollistaa yllä esiteltyä tuotantomallia.



Kuvio 16. Vaihtoehdon 2 tuotantomalli

Kello 4:40 lähtö suunniteltiin yhdistettäväksi Leville liikennöivän F4Skin:n kanssa. Suunnittelussa arvioitiin, että matkustushinnan ollessa tarpeeksi matala ja yhteyden tarpeeksi nopea, on asiakas Leville asti mentäessä valmis matkustamaan aikaisin aamulla. Myös Kajaanissa ja Oulussa asuvien kuljettajien kanssa käydyt keskustelut

viittasivat siihen, että ennen kahdeksaa Ouluun saapuville vuoroille on kysyntää. Kaupallisesti houkuttelevin vaihtoehto on kello 8:55 lähtö Oulusta Vuokattiin, koska sen liikennöintiäika on matkustajille suotuisin. Tällöin matkustaja saapuu Vuokatin hiihtokeskukseen kello 11:55 ja pääsee halutessaan takaisin kello 19:30. Toisaalta malli on erittäin rajallinen asiakkaille, jotka tulisivat Rovaniemeltä Vuokattiin yhdeksi päiväksi. Kuten mainittu, suunnittelussa uskottiin suurimman osan Rovaniemeltä matkustavista jäävän yöksi ja niitä tapauksia malli palvelee.

Auton 2 operoiva 17:05 vuoro valittiin lähteväksi Vuokatin hiihtokeskuksen sijaan Kajaanin linja-autoasemalta kahdesta syystä: siirtoajo varikolta Vuokattiin olisi ollut ylimääräinen kustannus ja toisaalta 16:30 lähtö Vuokatista ei olisi ollut kaupallisesti järkevä. Ajonvaihdon yhteydessä lopettavalle kuljettajalle lisättiin lastausaikaa ennen siirtoajoa henkilöautolla varikolle. Tämän toimenpiteen kustannukset ovat marginaaliset mutta kaksoismiehityksellä saatava lastausprosessin tehostuminen kasvaa huomattavasti.

Liikennöintipäiviksi valittiin torstai, perjantai, lauantai, sunnuntai ja maanantai. Näin saadaan maksimoitua yhteydet Lapin ja Etelä-Pohjanmaan maakunnista Vuokattiin sekä Kainuun ja Levin välillä. Asiakas voi esimerkiksi matkustaa torstaina Kajaanista Leville ja tulla maanantaina pois. Viikonloppuna liikennöinnin jälkeen torstai ja perjantai sekä sunnuntai ja maanantai ovat myös kaupallisesti järkevimpiä liikennöintipäiviä. Suunnitellun linjan voisi myös yhdistää linjaan F8 Oulussa, mutta kyseisen linjan on lähes mahdotonta kilpailla henkilöauton kanssa. On epätodennäköistä, että esimerkiksi Kokkolasta tai Vaasasta Vuokattiin matkaava matkustaja valitsee kiertoreitin Oulun kautta.

Vaikka suunniteltu tuotanto on tehokasta, on se mallina kuitenkin melko raskas. Raskaan siitä tekee se, että työssä haluttiin maksimoida Pohjois-Suomen hiihtokeskuslinjojen palvelualueet ja niiden laajentuminen. VE2:ta voidaan tarvittaessa kuitenkin keventää poistamalla esimerkiksi kello 4:40 lähtö Kajaanista, 23:50 lähtö Oulusta ja poistamalla kokonaan auto 2. Tällöin yhteydestä linjaan F4Ski on luovuttava ja karsittava yhteyksiä linjaan F4. Käytännössä tällöin malli kuormittaisi Oulun asemapaikkakuntaa kahdella liikennöintipäivän lähdöllä Oulusta Vuokattiin. Vaadittavat resurssit kevennetyssä mallissa olisivat kaksi kuljettajaa ja yksi auto.



### 6.3.2 Kustannukset

Suunnittelussa mallissa tarvitaan henkilöautokuljetuksia Kajaanin varikon ja linja-autoaseman välillä. Toimeksiantajan tapauksessa Kajaanissa ei tällä hetkellä ole käytössä henkilöautoa, joten sen vuokraaminen muodostaa oman kustannuskomponenttinsa. Henkilöauton vuokraaminen ja sillä kuljettajien siirtely kuitenkin mahdollistaa tehokkaan aikataulutuksen ja linja-autokaluston käytön. Henkilöauton vuokraamisesta koituvat kustannukset laskettiin toimeksiantajan muilla paikkakunnilla käytettävien henkilöautojen ja niitä koskevien sopimusten mukaisesti. Vuokrattavan henkilöauton polttoaineen kulutus arvioitiin ja sen vaihtelua tarkasteltiin myös herkkyysanalyysissä. Henkilöauton käytöstä koituvat kustannukset ovat vuokraamisesta koituvat kulut, jotka sisältävät vuokran, verot, vakuutukset, huollot jne. Tämän lisäksi kustannuksia tuo polttoaineen kulutus ja kuljettajakustannukset.

Kuten vaihtoehdoissa 1.1 ja 1.2, liikennöintipäivien rajaaminen tuo huomattavat kustannussäästöt verrattuna malliin, jossa liikennöitäisiin joka päivä. Myös tässä palvelumallissa autokierron hoitaminen siten, että Oulussa on viitenä päivänä viikossa yksi ylimääräinen auto, tuo kustannuksia. Kuitenkin viiden päivän liikennöinnin ero malliin, jossa liikennöidään jokainen päivä, on viikkotasolla huomattava. Suunnittelussa huomioitiin tämän kustannussäästön suhde menetettyihin lipputuloihin ja lisääntyneeseen autokiertosuunnittelun kustannuksiin. Koska yleisesti viikolla kysyntä on pienempää, päädyttiin valitsemaan mainitut liikennöintipäivät.

## 6.4 Herkkyysanalyysi

Herkkyysanalyysi on taloudellisille malleille tarkoitettu riskien arviointimenetelmä. Analyysillä arvioidaan malleissa esiintyvien muuttujien vaihtelevuuden vaikutusta mallin lopputulokseen. (Virtuaaliammattikorkeakoulu, n.d.) Tavoitteena on tuottaa mallista tai ratkaisusta lisäinformaatiota tarkastelemalla sen käyttäytymistä ja ominaisuuksia. Luonteeltaan herkkyysanalyysi on mallintaminen jälkeistä tarkastelua, jonka looginen paikka on työn loppuvaiheessa. (Virtanen, 2001.)

Tässä työssä suunnittelua mallia varten hahmoteltiin VE1.1:lle ja VE2:lle kuvitteellinen lähtötilanne, jossa tarkasteltiin lukuarvojen reagointia päivätasolla. Analyysiin syötettiin toimeksiantajan olemassa oleva kustannustaso sekä suunniteltujen linjojen päiväkohtainen kokonaiskapasiteetti. Kokonaiskapasiteetti saatiin kertomalla liikennöintipäivän lähtöjen määrä ja linja-auton oma kapasiteetti keskenään. VE2:den tapauksessa yhden päivän keskimääräiseksi täyttöasteeksi määriteltiin 30 % ja myytyjen lippujen keskihinnaksi 10 euroa. VE1.1:lle vastaavat luvut olivat 30 % ja 12 euroa. Tulokset laskettiin vähentämällä tuloista kustannukset.

VE 2:den herkkyystarkastelu sisältää neljä eri muutosta. Muutoksessa 1 tarkasteltiin tilannetta, jossa kuljettajien palkkakustannukset sekä polttoainekustannukset nousevat 5 %. Tulosta tarkasteltaessa nähdään, että yhden päivän aikajänteellä kustannusvaikutukset olivat 80 euroa.

Muutoksessa 2 laskettiin päiväkohtaista täyttöastetta. Laskemalla täyttöastetta 10 %, huomataan tuloksen reagoivat voimakkaasti muutoksen ollessa 712 euroa. Tämä johtuu siitä, että analyysi huomioi koko liikennöintipäivän. Jos tarkasteluaika olisi esimerkiksi yksi lähtö, olisi muutos luonnollisesti pienempi. Jos täyttöaste tippuu 10 %, on lippujen hintoja nostettava 5 eurolla, jotta päästään lähtötilanteen tulokseen.

Muutoksessa 3 tarkasteltiin omien henkilöautoon liittyvien kustannusarvioiden riskejä. Työssä arvioitiin, että henkilöauton keskimääräinen polttoaineen kulutus on 6l/100km. Polttoaineen hinta määriteltiin Suomen hintojen mukaan opinnäytetyön tekohetkellä. Tiedot etsittiin sivustoilta [www.globalpetrolprices.com](http://www.globalpetrolprices.com) ja [www.polttoaine.net](http://www.polttoaine.net), jotka molemmat ilmoittivat dieselin hinnaksi 1,28€/l. Herkkyystarkastelussa määriteltiin henkilöauton vuokrauskustannusten lisääntyvän 15 %:lla ja polttoaineen kulutuksen olevan 10l/100km. Vaikutukset olivat erittäin marginaaliset. Tämä johtuu siitä, että malli vaatii vain vähän kilometrejä henkilöautolle. Polttoaineen hinnan vaihtelua ei tarkasteltu, koska sen vaikutukset olisivat olleet erittäin marginaaliset.

Muutoksessa 4 tarkasteltiin pyhäliikennöintiä, jossa lukuarvoja laskettiin pyhäpäivän kustannuksilla. Jos täyttöaste on pyhäpäivinä sama 30 %, kääntyy tulos tappiolle ja ero lähtötilanteeseen on 683 euroa. Analyysissä laskettiin vaadittava käyttöaste ja

testattiin sitä Excel - taulukossa. Tuloksena vaadittavaksi täyttöasteeksi pyhäpäivinä saatiin 39,59 %.

VE1.1:lle tehtiin samat toimenpiteet pois lukien henkilöauton tarkastelu. Jos kuljettaja- ja polttoainekustannukset nousevat 5 %, on päivittäinen vaikutus 51 euroa. Kuten VE2:den tarkastelussa, myös tässä tapauksessa reaktio täyttöasteen tiputtamiseen oli suuri (427 euroa). Jos 10 % matalammalla täyttöasteella halutaan päästä lähtötilanteen tulokseen, on lipun hinnan oltava 18 euroa. Muutoksessa 3 tarkasteltiin pyhäpäivän liikennöintiä, jossa alkuperäisillä arvoilla tulos tippuu 437 euroa päivässä. Vaadittavaksi pyhäpäivän täyttöasteeksi 12 euron lipuilla saatiin 40,22 % ja jos pyhinä ajetaan 30 % täyttöasteella, on lipunhinnan oltava keskimäärin noin 14,8 euroa. Herkkyysanalyysin taulukot löytyvät liitteestä 9 (kustannusarvot ja saadut luvut ovat luottamuksellisia).

## 7 Johtopäätökset

Tutkimusosuudesta saatiin tutkimusongelmiin vastaukset antava kokonaisuus. Työssä laadittiin kaksi perusteltua tuotantotapaa resurssien käytön parantamiselle talvikaudella. Hiihtokeskusmatkailusta kerätyn datan pohjalta suunniteltiin uudet Pohjois-Suomen hiihtokeskuksiin kulkevat joukkoliikennelinjat. Kahteen toimeksiantajan nykyisessä palvelumallissa olevaan hiihtokeskukseen lisättiin yhteyksiä ja suunniteltiin yhteys yhteen uuteen hiihtokeskukseen. Rukalle luotiin uudet yhteydet Oulusta ja länsirannikolta ja Leville suunniteltiin yhteys Kainuusta. Vuokatin hiihtokeskukseen suunniteltiin yhteydet Lapista, Pohjois-Pohjanmaalta sekä Kainuusta.

Kustannuslaskentaosuudessa nähtiin, että liikennöintipäivien rajauksella saadaan huomattavia muutoksia kustannuksiin. Laskettujen kustannusten pohjalta tehdyn herkkyysanalyysin pohjalta voidaan todeta, että täyttöasteen eli lipputulosten muutoksella on huomattavasti suurempi vaikutus kustannuksiin, kuin palkka- ja polttoainekustannusten realistisilla muutoksilla.

Kerättyyn matkustusdataan pohjautuen suunniteltu malli hyödyntää ylimääräisiä resursseja nostaen toimeksiantajan palvelutasoa Pohjois-Suomen hiihtokeskuslinjojen osalta. Se antaa mahdollisuuden vastata hiihtokeskusmatkailun

kysyntään ja täydentää toimeksiantajan nykyisen palvelumallin rajoitteita. On kuitenkin huomioitava, että työssä esiteltyt matkustusmäärät ovat määriä Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntiin vuosina 2012–2016. Luvut siis muuttuvat tulevina vuosina, jolloin liikenneverkkoa hiihtokeskuslinjojen osalta olisi muutettava sen mukana. Suunnitellun liikenteen myötä tämän hetkinen toimeksiantajan hiihtokeskuslinjasto Pohjois-Suomen osalta palvelisi kuitenkin taulukon 14 mukaisesti.

Taulukko 14. Onnibus.com Oy:n palvelutaso suunnitellulla liikenteellä

Hiihtokeskus	Uusimaa	Muu Etelä-Suomi	Itä-Suomi	Länsi-Suomi	Pohjois-Suomi	Yhteensä
Ruka (Kuusamo)	215 000	109 000	157 000	189 000	459 000	1 129 000
Levi (Kittilä)	202 000	136 000	47 000	229 000	255 000	869 000
Ylläs (Kolari)	118 000	117 000	45 000	181 000	176 000	637 000
Vuokatti (Sotkamo)	86 000	40 000	122 000	72 000	164 000	484 000
Saariselkä (Inari)	66 000			70 000	131 000	339 000
Syöte (Pudasjärvi)					255 000	306 000
Pyhä (Kemijärvi)	70 000				69 000	245 000
	775 000	488 000	425 000	812 000	1 508 000	4008000

<span style="background-color: #008000; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	= nykymalli palvelee täysin	<span style="background-color: #ff0000; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	= nykymalli ei palvele, kysyntä yli 100 000
<span style="background-color: #90ee90; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	=nykymalli palvelee suurilta osin	<span style="background-color: #ffa500; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	= nykymalli ei palvele, kysyntä alle 100 000
<span style="background-color: #00ff00; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	=nykymalli palvelee osittain		

Tilastokeskukselta tilattu data ja sen esittämät matkustusmäärät ovat tällä hetkellä luotettavia. Otantakoko oli viisi vuotta, jolloin matkustusdataa pystyttiin analysoimaan laajemmin. Tällä tavalla saatiin laajempi käsitys Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntien matkailusta kuin tarkastelemalla esimerkiksi vain vuoden 2016 lukuja.

Suunnitteluprosessissa on tärkeää käydä kaikki suunnittelun tasot läpi, jotta päästään kokonaisvaltaiseen lopputulokseen. Koska kalustokierron suunnittelu jätettiin työn ulkopuolelle, jättää se suunnittelun tarvetta tulevaisuuteen ja muuttaa työssä esiteltyt mallit ns. itsenäisiksi malleiksi. Ennen mallin tuomista käytäntöön, on se sopeutettava paikkakuntaakohtaisesti henkilöauton kiertoon sekä kalustonkierron suunnitteluun, jotta tarvittava kalusto saadaan oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan.

## 8 Kehityskohteet tulevaisuudessa

Tutkimusvaiheessa mietittiin pitkään yhteyttä Oulusta Saariselän kautta Ivaloon. Lopulliseen päätökseen linjan pois jättämisestä vaikutti muutama seikka:

Rovaniemen ja Ivalon välissä on olemassa siirtymäajan sopimuksia, joten liikenne voitaisiin avata vasta joulukuussa 2019 (ks. luku 2.3, markkinaehtoinen liikenne). Tämän takia suunnitelmaan ei voida enään luotettavasti soveltaa operatiivista suunnittelumallia, koska Saariselän kysyntä saattaa muuttua vuoteen 2019 mennessä. Toisekseen, koska Ivalossa ei ole asemapaikkakuntaa, ainoa tuotantomalli olisi ajattaa Oulun kuljettajia. Tällöin kuljettajille olisi maksettava majoitus Ivalosta, koska ajoaika ei riitä saman päivän aikana kuin yhteen suuntaan. Tämän lisäksi matkalla olisi pidettävä ajo- ja lepoaika-asetuksen mukainen 45 minuutin tauko. Tämä pidentäisi matkustusaikaa ja heikentäisi toimeksiantajan kilpailullista asemaa markkinoilla. Jos linjaan haluttaisiin vaihtoyhteys, toimeksiantajan tämän hetkinen liikenneverkko vaatisi tuotantomallin, jossa kalusto seisoisi Ivalossa lähes 12 tuntia. Tämä ei palvelisi kaluston tehokasta käyttöä tai nopeaa autokiertoa. Saariselän hiihtokeskusalueen kehitystä ja matkustusvirtoja olisi kuitenkin hyvä seurata tulevana vuosina. Tällöin siirtymäajan sopimuksien päättyessä olisi selkeä kuva kysynnästä ja mahdollisuuksista sopeuttaa tuotanto sen hetkiseen liikenneverkkoon.

Tulevaisuuden mahdollisuutena voidaan nähdä myös Pudasjärvellä sijaitseva Syötteen hiihtokeskus. Kuten taulukosta 14 nähdään, Syötteelle tehtiin Pohjois-Suomesta 255 000 tuhatta matkaa. Syötteen sijainti poikkeaa kuitenkin niin paljon valtatie 20:sta, että se päätettiin jättää tässä työssä suunnitelmien ulkopuolelle. Toinen syy on se, että markkinoilla on olemassa suora yhteys Oulun linja-autoasemalta Syötteelle. Syötteen kysyntää ja alueen kehitystä sekä sinne suuntautuvia liikennepalveluita olisi kuitenkin hyvä seurata, koska nykyisellä liikenneverkolla nopea yhteys Oulusta Syötteelle olisi mahdollista avata.

Toimeksiantajalla on Itä-Suomessa liikennöivä linja F5, joka liikennöi välillä Helsinki-Mikkeli-Kuopio. Jatkamalla linja F5 Kuopiosta Vuokatin kautta Kajaaniin, pystyttäisiin vastaamaan Itä-Suomesta Vuokatin Sotkamoon tulevaan kysyntään. Tämän takia Itä-Suomesta Vuokattiin kohdistuvaa kysyntää ja sen kehittymistä olisi syytä seurata, jotta kysynnän lisääntyessä siihen pystyttäisiin reagoimaan.

Tutkimuksen aikana nousi esiin mielenkiintoinen seikka matkustuskysynnän vaihtelusta liikennöintijakson aikana. Kuljettajien kanssa käytyjen keskusteluiden perusteella asiakasmäärät esimerkiksi Kuopion ja Tahko välillä lisääntyivät liikennöintijakson loppupuolella. Asiakkaiden palautteen mukaan palvelun auetessa

esimerkiksi Helsingistä Tahkolle matkustavat eivät edes tiedeet palvelun olemassaolosta. Liikenneverkko voidaan suunnitella tehokkaaksi ja integroiduksi, mutta jos asiakkaat eivät löydä palvelua tai tiedä sen olemassaolosta, ei tehokkaasta liikenneverkosta saada täyttä hyötyä irti. Tämän takia joukkoliikenteen markkinointi ja alan kannalta tehokkaiden markkinointikanavien tutkiminen olisivat potentiaalisia tutkimuskohteita jatkossa.

## 9 Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää toimeksiantajalle kannattavaa talvikauden liikennöintiä. Lähtökohtana oli suunnitella Pohjois-Suomen hiihtokeskuksiin suuntautuvat joukkoliikennelinjat kustannusvaikutuksineen ja näissä onnistuttiinkin hyvin. Opinnäytetyön teoriaosuudessa esiin nostettua operatiivinen suunnittelumallia voitiin käyttää, koska tulostavoitteena oli yksityiskohtainen toteutussuunnitelman luominen. Työn tutkimusosuudessa näkyi myös kuviossa 7 esitelty reittioptimointiprosessi. Nykyinen linjasto arvioitiin ja reitit optimoitiin matemaattisella mallilla reittioptimointiohjelmaa käyttäen. Huomioitavaa on, että optimoinnin jälkeen tulosta testattiin vielä kenttämittauksella, joka lisää mallin luotettavuutta.

Tutkimuksen validiteetti on hyvä, koska teoria ja tulokset antavat vastauksen tutkimuskysymyksiin. Työn reliabiliteetti taas on kyseenalaistettava. Vaikka teoriassa esiteltyyn neliporrasmalliin pohjautuva otos tilattiin luotettavasta lähteestä, on tuloksia tarkasteltaessa huomioitava reliabiliteettiin vaikuttavat otoksen ajankohta ja sen dynaaminen luonne. Kysynnän määrä hiihtokeskusten sijaintikuntiin vaihtelee vuosittain, joten tässä työssä käytettyjä lukuja ei voida luotettavasti hyödyntää enään tulevaisuudessa. Esimerkiksi hiihtokeskustoimijoiden alueellinen kehitys ja tehdyt investoinnit tulevaisuudessa saattavat vaikuttaa matkustusvirtoihin ja painottaa kysyntää tulevaisuudessa eri lailla. Jos suunnittelua ohjannut kysyntädata muuttuu, muuttaa se myös tutkimuksen näkökulmaa vaikuttaen näin myös tutkimustuloksiin. Tämän vaikuttaa huomattavasti tulosten toistettavuuteen ja luotettavuuteen pitkällä aikajänteellä.

Kysynnän dynaamisuuden takia työssä käytetty operatiivinen eli lyhyen aikavälin suunnittelumalli onkin oikea tapa ratkaista tutkimuskysymykset. Toisaalta viiden vuoden otoskokoa voidaan hyödyntää myös strategisella suunnittelutasolla suuntaa antavana otoksena, mutta muita suunnittelutasoja ei voida luotettavasti käyttää.

Luotujen tuotantomallien taloudelliset edellytykset vaativat jatkuvaa kysynnän seuraamista. Kun kysynnän määrä on tiedossa, voidaan työssä suunniteltuja malleja sopeuttaa kysynnän mukaan. Tämän hetkiseen kysyntään pohjautuen voidaan kuitenkin sanoa, että suunnitelluilla malleilla on toteutustapojen luotettavuuden lisäksi myös kannattavuusperiaatteita.

## Lähteet

A 1370/2007. Palvelusopimusasetus. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus.

Viitattu 1.2.2017. [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:315:0001:0013:FI:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:315:0001:0013:FI:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:315:0001:0013:FI:PDF)

Anttila, T. 2013. Mistä kustannukset syntyvät: joukkoliikenteen tuottamisen kustannusrakenne. Helsingin seudun kuntayhtymä. Viitattu 7.3.2017.

[http://www.pllry.fi/jouto\\_esitykset/Tero%20Anttila%20Mist%E4%20kustannukset%20syntyv%E4t.pdf](http://www.pllry.fi/jouto_esitykset/Tero%20Anttila%20Mist%E4%20kustannukset%20syntyv%E4t.pdf)

Bootcamp Artickles. 2017. Fixed and variable costs are a crucial part of a financial analysis. Prelounge. Viitattu 11.5.2017.

<https://www.preplounge.com/en/bootcamp.php/business-concept-library/common-terms-of-business/fixed-variable-costs>

Bräysy, O., Dullaert, W. & Nakari, P. 2009. The potential of optimization in communal routing problems: case studies from Finland. Sähköinen artikkeli kohteessa Journal of Transport Geography. Viitattu 27.4.2017.

[https://www.researchgate.net/publication/222833048\\_The\\_potential\\_of\\_optimization\\_in\\_communal\\_routing\\_problems\\_case\\_studies\\_from\\_Finland](https://www.researchgate.net/publication/222833048_The_potential_of_optimization_in_communal_routing_problems_case_studies_from_Finland)

Bräysy, O. & Porkka, P. 2007. Tehokkuutta logistiikkaan kaluston reitinoiminnilla. Logistiikka-lehti 6/2007, 35-37.

Ceder, A. 2015. Public transit planning and operation. Modeling, practice and behavior. Second edition. Boca: CRC Press.

Ceder, A. & Wilson, N. H. M. 1986. Transportation research Part B: Methodological. An international journey. Bus network design. 20B, 332. Pergamon Journals.

Denscombe, M. 2014. The Good Research Guide: For Small-Scale Social Research Projects. 5th edition. Berkshire: Open University Press.

Haapamäki, T. 2010. Liikennejärjestelmän Emme-kuvauksen kehittäminen joukkoliikenteen suunnittelun tueksi. Diplomityö. Espoo: Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Liikennetekniikka.

Helke, L. 2007. Tampereen seudun joukkoliikenteen järjestäminen yhtenä kokonaisuutena. Diplomityö. Tampere: Teknillinen yliopisto.

Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Tilastollinen tutkimus. Viitattu 22.1.2017.

<http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

Hiltunen, L. 2009. Validiteetti ja reliabiliteetti. Jyväskylän yliopisto. Graduryhmä. Viitattu 2.5.2017.

[http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius\\_ja\\_reliabiliteetti.pdf](http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius_ja_reliabiliteetti.pdf)

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Investointilaskentapohja ja -sanasto. N.d. Herkkyysanalyysi.

Virtuaaliammattikorkeakoulu. Viitattu 20.4.2017.



<http://www2.amk.fi/digma.fi/eetu/www.amk.fi/opintojaksot/500/1138278559722/1138279515236/1138279585712/1138283839148.html>

Joukkoliikenne ja yhteisölupa. 2014. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Viitattu 9.2.2017. <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/joukkoliikennelupa-ja-yhteisolupa1#.WJyaCH9WUwg>

Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana. 2000. Teknillisten tieteiden akatemia. Helsinki: Edita.

Joukkoliikenteen rahoitus. 2013. Liikenne- ja viestintäministeriö. Työryhmän raportti. Viitattu 7.3.2017. <https://www.lvm.fi/documents/20181/799435/Julkaisu+12-2013/ff483e7f-a8c4-4f0b-b361-0418a18d340c?version=1.0>

Julkisen liikenteen markkinaosuustilasto. 2016. Liikennevirasto. Viitattu 27.1.2017. <http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/23664/Julkisen+liikenteen+markkin+osuustilasto+2014.pdf/a8e13d44-8e3f-4f5e-989c-dc1c6d74dc80>

Julkisen liikenteen sanasto. 2013. Liikennevirasto. Liikenneviraston oppaita. 9-11. Viitattu 27.1.2017. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lop\\_2013-04\\_julkisen\\_liikenteen\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lop_2013-04_julkisen_liikenteen_web.pdf)

Jyrkkiö, E. & Riistama, V. 2002. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. 13.-15. painos. Porvoo: WS Bookwell.

Kalenoja, H., Vihani, K., Voltti, V., Korhonen, A. & Karasmaa, N. 2008. Liikennetarpeiden arviointi maankäytön suunnittelussa. Ympäristöministeriö. Helsinki: Edita Prima. Viitattu 18.4.2017. [https://www.motiva.fi/files/1986/Liikennetarpeen\\_arviointi\\_maankayton\\_suunnittelu.pdf](https://www.motiva.fi/files/1986/Liikennetarpeen_arviointi_maankayton_suunnittelu.pdf)

Karasmaa, N. 2005. Nelivaiheinen ennusteprosessi. Julkaisussa RIL 165-1. Liikenne ja väylät 1. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Kemi-Tornio alueen joukkoliikenteen järjestämistasuunnitelma. 2013. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Viitattu 14.3.2017. [https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/57372/LAP+ELY+Kemi-Tornion+%C3%A4rjest%C3%A4mistapasuunnitelma\\_loppurapo.pdf/caad9771-9f99-44f3-b336-43b80d7077b0](https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/57372/LAP+ELY+Kemi-Tornion+%C3%A4rjest%C3%A4mistapasuunnitelma_loppurapo.pdf/caad9771-9f99-44f3-b336-43b80d7077b0)

Kilpailu- ja kuluttajaviraston määräys lopettaa kilpailunrajoitus ja esitys markkinaoikeudelle seuraamusmaksun määräämiseksi. 2016. Kilpailu- ja kuluttajavirasto. Päätös ja seuraamusmaksuesitys. Viitattu 30.1.2017. <http://www.kkv.fi/globalassets/kkv-suomi/ratkaisut-aloitteet-lausunnot/ratkaisut/kilpailuasiat/2016/esitykset-markkinaoikeudelle/r-2011-00-0192.pdf>

Koti- ja ulkomaan henkilöliikenne. 2016. Liikennejärjestelmä.fi. Viitattu 27.1.2017. <http://liikennejarjestelma.fi/palvelutaso/liikennetyypit/henkiloliikenne/>

Kuljetusten toimintolaskennan sovellukset ja toteutus. 2003. Liikenne- ja viestintäministeriö. Viitattu 20.4.2017. [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78444/1\\_17\\_2003.pdf?sequence=1](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78444/1_17_2003.pdf?sequence=1)

L 13.11.2009/896. Joukkoliikennelaki. Viitattu 1.2.2017.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090869#L2P9>

Lahdenranta, M. 2005. Suunnitelmatasot. Julkaisussa RIL 165-1. Liikenne ja väylät 1. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Liikenne- ja infrastruktuuri -vastuualue. 2017. Yhdistelmäraportti vuodesta 2016. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Rovaniemi.

Linja-autoliikenteen kustannusindeksit. N.d. Tilastokeskus. Verkkojulkaisu. Helsinki. Viitattu 29.5.2017. <http://www.stat.fi/til/lalki/tie.html>

Tietoa linja-autoalasta. N.d Linja-autoliitto. Lähes miljoona matkaa päivässä. Viitattu 27.1.2017. <http://www.linja-autoliitto.fi/fi/tietoa-alasta/tietoa-linja-autoalasta/>

Mathie A. & Camozzi A. 2005. Qualitative research for tobacco control. A how-to introductory manual for researchers and development practitioners. Ottawa: IDRC/RITC. Viitattu 29.4.2017.

<http://dspace.africaportal.org/jspui/bitstream/123456789/11450/1/Qualitative%20Research%20for%20Tobacco%20Control.pdf?1>

Murray, T. R. 2003. Blending qualitative and quantitative research methods in thesis and dissertations. London: A sage publications company.

Mäntynen, J. & Pelkonen, H. 1994. Liikennetalous. Tie- ja liikennetekniikka. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Nielsen, G., Nelson, J. D., Mulley, C., Tegnér, G., Lind, G. & Lange, T. 2005. HiTrans Best practice guide 2. Public transport. Planning the networks. Viitattu 29.4.2017.

<http://www.civitas.no/assets/hitrans2publictransportplanningthe-networks.pdf>

Ning, Z. 2011. Bus routes optimization in Wuhan, China. Enschede: Faculty of geo-information science and earth. Viitattu 29.4.2017.

[https://www.itc.nl/library/papers\\_2011/msc/upm/ning.pdf](https://www.itc.nl/library/papers_2011/msc/upm/ning.pdf)

Oksanen, R. 2004. Kuljetustuotannon toimintolaskenta. Kuljetustalouden perusteista moderniin toimintolaskelmaan. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Hyvinkää: Ekondata.

Ojala, J. & Pursula, M. 1994. Taajamien joukkoliikenteen suunnittelu ja hoito. Liikennetekniikka. Opetusmoniste 13. Otaniemi: Teknillinen korkeakoulu.

Periviita, M. 1994. Kaupungin sisäisen linja-autoliikenteen kustannusmallit. Diplomityö. Tampere: Teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto. Tie- ja liikennetekniikka.

Porin seudun joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen. 2011. Porin seudun joukkoliikenne. Taustaselvitys. Viitattu 7.2.2017.

[https://www.pori.fi/material/attachments/hallintokunnat/tekninenpalvelukeskus/ajankohtaistaliikenteesta/raportit/6600yFE1x/Joukkoliikenteen\\_toimivaltainen\\_viranomainen\\_AA.pdf](https://www.pori.fi/material/attachments/hallintokunnat/tekninenpalvelukeskus/ajankohtaistaliikenteesta/raportit/6600yFE1x/Joukkoliikenteen_toimivaltainen_viranomainen_AA.pdf)

Selvitys linja-autoliikenteen järjestämistavoista. 2012. Liikenne- ja viestintäministeriö. Työryhmä raportti. Viitattu 30.1.2017.

[http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78041/Julkaisu\\_12-2012.pdf?sequence=1](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78041/Julkaisu_12-2012.pdf?sequence=1)

Suomalaisten liikkuminen. 2012. Liikennevirasto. Viitattu 29.1.2017.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr\\_2012\\_henkiloliikennetutkimus\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf)

Tilastokeskus. 2017. Opinnäytetyötä varten tilattu tilasto Pohjois-Suomen hiihtokeskusten sijaintikuntien matkustusmääristä vuosina 2012-2016.

Tuomola, K. 2010. Pitkän aikavälin liikenne-ennusteiden laatiminen ja ylläpito liikennevirastossa. Diplomityö. Aalto-yliopisto: Teknillinen korkeakoulu. Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta.

Uusitalo, H. 1991. Tiede, tutkimus ja tutkielma. Johdatus tutkielman maailmaan. Juva: WSOY.

Virtanen, I. 2001. Talousmatematiikan perusteet. Mallintamisesta, esimerkkinä varastomallit. Herkkyyssanalyysi. Vaasan yliopisto. Viitattu 20.4.2017  
<http://lipas.uwasa.fi/~itv/TMPslide.pdf>

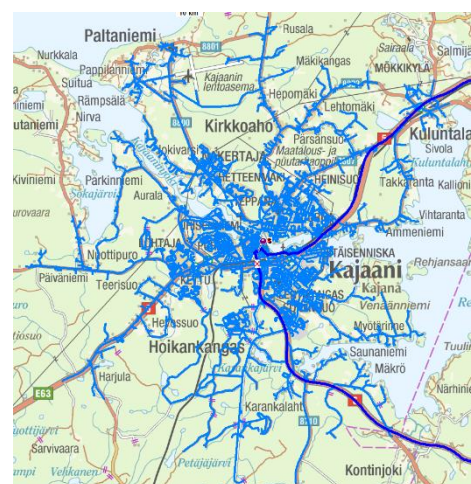
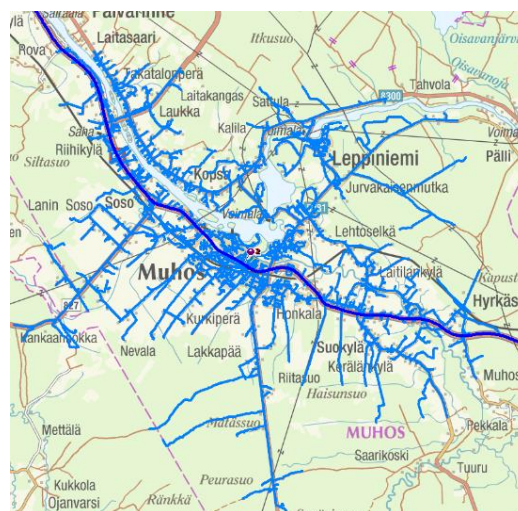
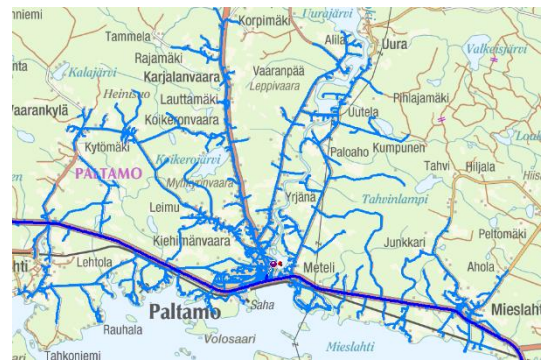
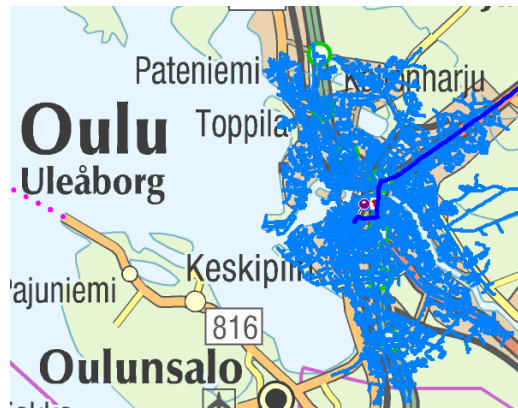
White, P. R. 2017. Public transport. Its planning, management and operation. Sixth edition. New York: Routledge.

## Liitteet

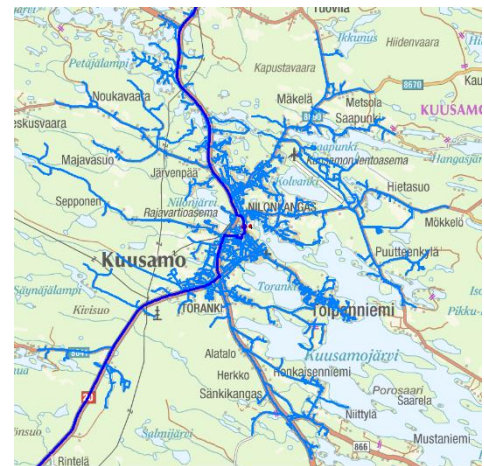
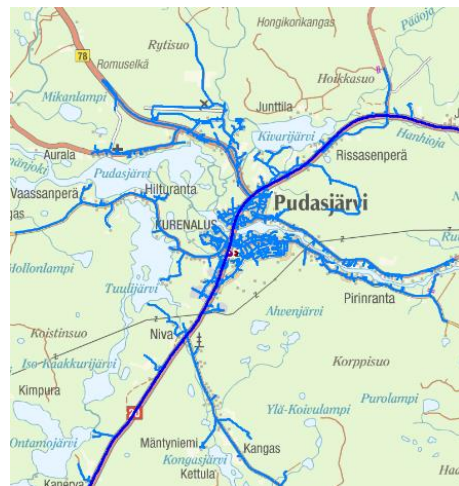
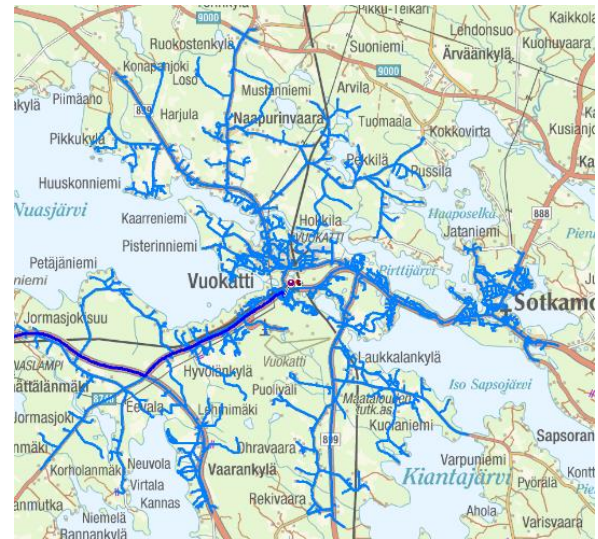
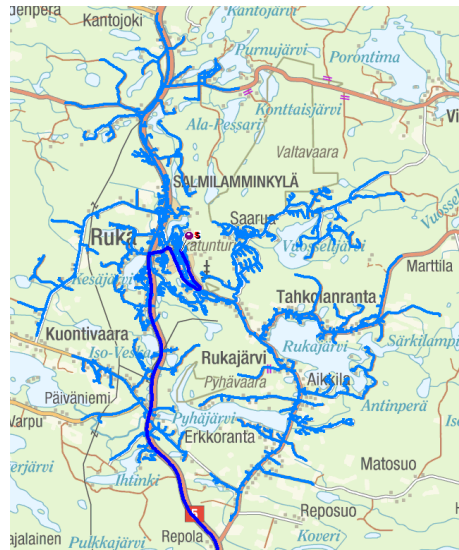
### Liite 1. Pysäkkitiedot

Pysäkki	Pysäkin sijainti	Väkiluku kunnassa
Pudasjärvi, ABC	Ouluntie 74	8235
Taivalkoski, ABC	Ouluntie 1	4189
Kuusamo, LAS	Keskuskuja 3	14679
Kajaani, LAS	Sammonkatu 14	37632
Paltamo, Neste	Sairaالاتie 1	3483
Vaala, ABC	Vaalantie 285	3063
Muhos	Valtatie 14	9059
Oulu, LAS	Ratakatu 6	198543
Vuokatti	Ilkankatu 8	10 465
Ruka, Kumpare	Rukatunturintie 10	Kuusamon kunta

## Liite 2. Pysäkkien saavutettavuusalueet







## Liite 3. Aikataulut

## VE 1.1

Oulu-Ruka			Ruka-Oulu		
Oulu, linja-autoasema	7:15	15:05	Ruka, Kumpare	11:40	19:30
Pudasjärvi, ABC	8:20	16:10	Kuusamo, linja-autoasema	12:05	19:55
Taivalkoski, ABC	9:10	17:00	Taivalkoski, ABC	12:50	20:40
Kuusamo, linja-autoasema	10:00	17:50	Pudasjärvi, ABC	13:45	21:35
Ruka, Kumpare	10:25	18:15	Oulu, linja-autoasema	14:50	22:40

## VE 1.2

Oulu-Ruka			Ruka-Oulu		
Oulu, linja-autoasema	7:15	14:25	Ruka, Kumpare	11:40	18:50
Pudasjärvi, ABC	8:20	15:30	Kuusamo, linja-autoasema	12:05	19:15
Taivalkoski, ABC	9:10	16:25	Taivalkoski, ABC	12:50	20:00
Kuusamo, linja-autoasema	10:00	17:10	Pudasjärvi, ABC	13:45	20:55
Ruka, Kumpare	10:25	17:35	Oulu, linja-autoasema	14:50	22:00

## VE 2

Oulu-Kajaani-Vuokatti				
Oulu, linja-autoasema	8:55	16:15	21:30	23:50
Muhos, Valtatie 14	9:25	16:45	22:00	0:20
Vaala, ABC	10:05	17:25	22:40	1:00
Paltamo, Neste	10:45	18:05	23:20	1:40
Kajaani, linja-autoasema	11:30	18:50	23:55	2:10
Vuokatti, Ilkantie 8	11:55	19:15	I	I
Vuokatti-Kajaani-Oulu				
Vuokatti, Ilkantie 8	I	12:05	I	19:30
Kajaani, linja-autoasema	4:40	12:40	17:05	20:05
Paltamo, Neste	5:10	13:10	17:35	20:35
Vaala, ABC	5:50	13:50	18:15	21:15
Muhos, Valtatie 14	6:30	14:30	18:55	21:55
Oulu, linja-autoasema	7:05	15:05	19:30	22:30

## Liite 4. VE1.1 ajosarjat

<b>Työvuoro 1 Oulu P-S</b>		
Työvuoro alkaa	6:25	Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Auton valmistelu	6:25-6:35	
Varikolta matkakeskukselle	6:35-7:00	
Lastaus		7:00
<b>Lähtö</b>	<b>Oulu</b>	<b>7:15</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>8:20</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>9:10</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>10:00</b>
Saapuminen	Ruka, Kumpare	10:25
Avusta matkustaja	10:25-10:30	
Auton siivous	10:30-10:40	
Palkaton tauko	10:40-11:25	
Lastaus		11:25
<b>Lähtö</b>	<b>Ruka, Kumpare</b>	<b>11:40</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>12:05</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>12:50</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>13:45</b>
Saapuminen	Oulu, LAS	14:50
Auto kääntyy Rukalle, avusta lähtö	14:50-15:05	
Henkilöautolla varikolle	15:05-15:30	
Työpäivä alkaa	6:25	
Työpäivä päättyy	15:30	
Palkallista aikaa	8:20	
Palkaton tauko	0:45	
Palkallinen tauko	-	
Odotusaikaa	-	
Iltaisiä	-	
Yölisää	-	

<b>Työvuoro 2 Oulu P-S</b>		
Työvuoro alkaa	14:20	Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Henkilöautolla matkakeskuskelle	14:20-14:45	
Pura sekä lastaa Rukalta tuleva ja siirry ajamaan.		
<b>Lähtö</b>	<b>Oulu</b>	<b>15:05</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>16:10</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>17:00</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>17:50</b>
Saapuminen	Ruka, Kumpare	18:15
Avusta matkustaja	18:15-18:20	
Auton siivous	18:20-18:30	
Palkaton tauko	18:30-19:15	
Lastaus		19:15
<b>Lähtö</b>	<b>Ruka, Kumpare</b>	<b>19:30</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>19:55</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>20:40</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>21:35</b>
Saapuminen	Oulu, LAS	22:40
Avusta matkustaja	22:40-22:45	
Matkakeskuksesta varikolle	22:45-23:10	
Tankkaus	23:10-23:25	
WC-huolto ja roskien keräys	23:25-23:45	
Auton päällipesu	23:45-00:05	
Työpäivä alkaa	14:20	
Työpäivä päättyy	0:05	
Palkallista aikaa	9:00	
Palkaton tauko	0:45	
Palkallinen tauko	-	
Odotusaikaa	-	
Iltaisiä	3:15	
Yölisää	2:05	



## Liite 5. VE1.2 ajosarjat

<b>Työvuoro 21 Oulu P-S</b>		
Työvuoro alkaa	6:25	Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Auton valmistelu	6:25-6:35	
Varikolta matkakeskukselle	6:35-7:00	
Lastaus		7:00
<b>Lähtö</b>	<b>Oulu</b>	<b>7:15</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>8:20</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>9:10</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>10:00</b>
Saapuminen	Ruka, Kumpare	10:25
Avusta matkustaja	10:25-10:30	
Auton siivous	10:30-10:45	
Palkaton tauko	10:40-11:25	
Lastaus		11:25
<b>Lähtö</b>	<b>Ruka, Kumpare</b>	<b>11:40</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>12:05</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>12:50</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>13:45</b>
Saapuminen	Oulu, LAS	14:50
Avusta matkustaja	14:50-15:05	
Matkakeskukselta varikolle	15:05-15:30	
Tankkaus	15:30-15:40	
WC-huolto ja roskien keräys	15:40-16:00	
Auton päällipesu	16:00-16:40	
Työpäivä alkaa	6:25	
Työpäivä päättyy	16:40	
Palkallista aikaa	9:30	
Palkaton tauko	0:45	
Palkallinen tauko	-	
Odotusaikaa	-	
Iltaisiä	-	
Yöisiä	-	
Osapäiväraha		

<b>Työvuoro 22 Oulu P-S</b>		
Työvuoro alkaa	13:40	Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Auton valmistelu	13:40-13:50	
Varikolta matkakeskukselle	13:50-14:15	
Lastaus		14:15
<b>Lähtö</b>	<b>Oulu</b>	<b>14:25</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>15:30</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>16:25</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>17:10</b>
Saapuminen	Ruka, Kumpare	17:35
Avusta matkustaja	17:35-17:40	
Auton siivous	17:40-17:50	
Palkaton tauko	17:50-18:35	
Lastaus		18:35
<b>Lähtö</b>	<b>Ruka, Kumpare</b>	<b>18:50</b>
	<b>Kuusamo, LAS</b>	<b>19:15</b>
	<b>Taivalkoski, ABC</b>	<b>20:00</b>
	<b>Pudasjärvi, ABC</b>	<b>20:55</b>
Saapuminen	Oulu, LAS	22:00
Avusta matkustaja	22:00-22:10	
Matkakeskukselta varikolle	22:10-22:35	
Tankkaus	22:35-22:45	
WC-huolto ja roskien keräys	22:45-23:05	
Auton päällipesu	23:05-23:25	
Työpäivä alkaa	13:40	
Työpäivä päättyy	23:25	
Palkallista aikaa	9:00	
Palkaton tauko	0:45	
Palkallinen tauko	-	
Odotusaikaa	-	
Iltaisiä	3:25	
Yöisiä	1:25	

## Liite 6. VE2 ajosarjat

<b>Työvuoro 1 Kajaani TO-MA</b>		
Työvuoro alkaa	4:05	Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Auton valmistelu	4:05-4:15	
Varikolta matkakeskukselle	4:15-4:25	
Lastaus	4:25	
<b>Lähtö</b>	<b>Kajaani, LAS 4:40</b>	LAITURI 1
	<b>Paltamo, Neste 5:10</b>	
	<b>Vaala, ABC 5:50</b>	
	<b>Muhos 6:30</b>	
Saapuminen	Oulu, LAS 7:05	
Avusta matkustajia	7:05-7:15	
Auton siivous	7:15-7:25	
Palkaton tauko	7:25-8:25	
Odotusaikaa	8:25-8:40	
Lastaus	8:40	
<b>Lähtö</b>	<b>Oulu, LAS 8:55</b>	
	<b>Muhos 9:25</b>	
	<b>Vaala, ABC 10:05</b>	
	<b>Paltamo, Neste 10:45</b>	
Saapuminen	Kajaani, LAS 11:20	
Avusta lähtö	11:20-11:30	
Henkilöautolla varikolle	11:30-11:40	
Työpäivä alkaa	4:05	
Työpäivä päättyy	11:40	
Palkallista aikaa	6:35	
Palkaton tauko	1:00	
Palkallinen tauko	-	
Odotusaikaa	0:15	
Iltaisiä	-	
Yöisiä	1:55	

<b>Työvuoro 2 Kajaani TO-MA</b>		
Työvuoro alkaa	11:05	Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Henkilöautolla matkakeskukselle	11:05-11:15	
Pura sekä lastaa Oulusta tuleva auto ja siirry ajamaan		
<b>Lähtö</b>	<b>Kajaani, LAS 11:30</b>	LAITURI 1
	<b>Vuokatti 11:55</b>	
	<b>Vuokatti 12:05</b>	
	<b>Kajaani, LAS 12:30</b>	
	<b>Kajaani, LAS 12:40</b>	
	<b>Paltamo, Neste 13:10</b>	
	<b>Vaala, ABC 13:50</b>	
	<b>Muhos 14:30</b>	
Saapuminen	Oulu, LAS 15:05	
Avusta matkustajia	15:05-15:15	
Palkaton tauko	15:15-16:00	
Lastaus	16:00	
<b>Lähtö</b>	<b>Oulu LAS 16:15</b>	
	<b>Muhos 16:45</b>	
	<b>Vaala, ABC 17:25</b>	
	<b>Paltamo, Neste 18:05</b>	
Saapuminen	Kajaani, LAS 18:40	
Avusta lähtö	18:40-18:50	
Henkilöautolla varikolle	18:50-19:00	
Työpäivä alkaa	11:05	
Työpäivä päättyy	19:00	
Palkallista aikaa	7:10	
Palkaton tauko	0:45	
Palkallinen tauko	-	
Odotusaikaa	-	
Iltaisiä	1:00	
Yöisiä	-	

<b>Työvuoro 3 Kajaani</b>		<b>TO-MA</b>	
Työvuoro alkaa	18:25		Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Henkilöautolla matkakeskukselle	18:25-18:35		
Pura sekä lastaa Oulusta tuleva auto ja siirry ajamaan			
<b>Lähtö</b>	<b>Kajaani, LAS</b>	<b>18:50</b>	<b>LAITURI 1</b>
	<b>Vuokatti</b>	<b>19:15</b>	
	<b>Vuokatti</b>	<b>19:30</b>	
	<b>Kajaani, LAS</b>	<b>19:55</b>	
	<b>Kajaani, LAS</b>	<b>20:05</b>	
	<b>Paltamo, Neste</b>	<b>20:35</b>	
	<b>Vaala, ABC</b>	<b>21:15</b>	
	<b>Muhos</b>	<b>21:55</b>	
Saapuminen	Oulu, LAS	22:30	
Avusta matkustajia		22:30-22:40	
Auton siivous		22:40-22:50	
Palkaton tauko		22:50-23:35	
Lastaus		23:35	
<b>Lähtö</b>	<b>Oulu LAS</b>	<b>23:50</b>	
	<b>Muhos</b>	<b>0:20</b>	
	<b>Vaala, ABC</b>	<b>1:00</b>	
	<b>Paltamo, Neste</b>	<b>1:40</b>	
Saapuminen	Kajaani, LAS	2:10	
Avusta matkustajia		2:10-2:20	
Matkakeskukselta varikolle		2:20-2:30	
Tankkaus		2:30-2:40	
WC-huolto ja roskien keräys		2:40-2:50	
Auton päällipesu		2:50-3:05	
Työpäivä alkaa		18:25	
Työpäivä päättyy		3:05	
Palkallista aikaa		7:55	
Palkaton tauko		0:45	
Palkallinen tauko		-	
Odotusaikaa		-	
Iltaisiä		2:50	
Yöisiä		5:05	

<b>Työvuoro 4 Kajaani</b>		<b>TO-MA</b>	
Työvuoro alkaa	16:30		Paksulla merkittyjä kellonaikoja ei saa ohittaa etuajassa
Auton valmistelu	16:30-16:40		
Varikolta matkakeskukselle	16:40-16:50		
Lastaus		16:50	
<b>Lähtö</b>	<b>Kajaani, LAS</b>	<b>17:05</b>	<b>LAITURI 1</b>
	<b>Paltamo, Neste</b>	<b>17:35</b>	
	<b>Vaala, ABC</b>	<b>18:15</b>	
	<b>Muhos</b>	<b>18:55</b>	
Saapuminen	Oulu, LAS	19:30	
Avusta matkustajia		19:30-19:40	
Auton siivous		19:30-19:40	
Palkaton tauko		19:40-20:40	
Odotusaikaa		20:40-21:15	
Lastaus		21:15	
	<b>Oulu, LAS</b>	<b>21:30</b>	
	<b>Muhos</b>	<b>22:00</b>	
	<b>Vaala, ABC</b>	<b>22:40</b>	
	<b>Paltamo, Neste</b>	<b>23:20</b>	
Saapuminen	Kajaani, LAS	23:55	
Avusta matkustajia		23:55-00:05	
Matkakeskukselta varikolle		00:05-00:15	
Tankkaus		00:15-00:25	
WC-huolto ja roskien keräys		00:25-00:35	
Auton päällipesu		00:35-00:50	
Työpäivä alkaa		16:30	
Työpäivä päättyy		0:50	
Palkallista aikaa		7:20	
Palkaton tauko		1:00	
Palkallinen tauko		-	
Odotusaikaa		0:35	
Iltaisiä		3:00	
Yöisiä		2:50	

## Liite 7. Toimeksiantajan tämänhetkiset kustannukset

Luottamuksellinen.

## Liite 8. Vaihtoehtojen kustannukset

VE 1.1	Retti	Vuoro lkm	Km/suunta	Linjakm yht.
	Oulu-Ruka	2	245	490,0 km
	Ruka-Oulu	2	245	490,0 km
	Varikko-Oulu LA	2	15	30,0 km
	Varikko-Oulu HA	2	15	30,0 km

Kilometriä/päivä LA	1010,0 km
Kilometriä/päivä HA	30,0 km
Yht. päivässä	1040,0 km

Kilometriä/viikko LA	7070,0 km
Kilometriä/viikko HA	210,0 km
Yht. Viikossa	7280,0 km

Kilometriä/PE-SU LA	3030,0 km
Kilometriä/PE-SU HA	90,0 km
Yht. PE-SU	3120,0 km

Kustannukset	
Päivässä	X
Viikossa	X
PE-SU	X

VE 1.2	Retti	Vuoro lkm	Km/suunta	Linjakm yht.
	Oulu-Ruka	2	245	490,0 km
	Ruka-Oulu	2	245	490,0 km
	Varikko-Oulu LA	4	15	60,0 km
	Varikko-Oulu HA	0	15	0,0 km

Kilometriä päivässä LA	1040,0 km
Kilometriä päivässä HA	0,0 km
Yht. päivässä	1040,0 km

Yhteensä viikossa	7280,0 km
-------------------	-----------

Yhteensä PE-SU	3120,0 km
----------------	-----------

Kustannukset	
Päivässä	X
Viikossa	X
PE-SU	X

VE 2	Retti	Vuoro lkm	Km/suunta	Linjakm yht.
	Vuokatti-Oulu	2	216,0 km	432,0 km
	Kajaani-oulu	2	185,0 km	370,0 km
	Oulu-Kajaani	2	185,0 km	370,0 km
	Oulu-Vuokatti	2	218,0 km	436,0 km
	Varikko-Kajaani LA	4	2,3 km	9,2 km
	Varikko-Kajaani HA	4	2,3 km	9,2 km

Kilometriä/päivä LA	1617,2 km
Kilometriä/päivä HA	9,2 km
Yhteensä päivässä	1626,4 km

Kilometriä/viikko LA	11320,4 km
Kilometriä/viikko HA	64,4 km
Yhteensä viikossa	11384,8 km

TO-MA LA kilometrit	8086,0 km
TO-MA HA kilometrit	46,0 km
Yhteensä TO-MA	8132,0 km

Kustannukset	
Päivässä	X
Viikossa	X
TO-MA	X

## Liite 9. Herkkyysanalyysien taulukot

VE1.1	Lähtötilanne	Muutos 1	Muutos 2	Muutos 3
Kuljettajakustannus	X	X	X	X
Polttoaineet, LA	X	X	X	X
Rengaskulut, LA	X	X	X	X
Muut kulut, LA	X	X	X	X
€/km LA	X	X	X	X
Vuokrat, verot ja vakuutukset, HA	X	X	X	X
Kuljettajakustannus, HA	X	X	X	X
Polttoaineen hinta HA, arvio	1,28 €/l	1,28 €/l	1,28 €/l	1,28 €/l
Polttoaineen kulutus HA, arvio	0,060 l/km	0,060 l/km	0,060 l/km	0,060 l/km
Polttoaineet HA, arvio	0,08 €/km	0,08 €/km	0,08 €/km	0,08 €/km
€/km HA	X	X	X	X
Kustannus päivässä	X	X	X	X
Linjan kapasiteetti päivässä	356	356	356	356
Linjan keskimääräinen täyttöaste päivässä	30 %	30 %	20 %	30 %
Linjan keskimääräinen lipunhinta	12	12	12	12
Tulot	1282 €	1282 €	854 €	1282 €
Muutos lähtötilanteeseen		-51 €	-427 €	-437 €
Tulos	X	X	X	X

VE2	Lähtötilanne	Muutos 1	Muutos 2	Muutos 3	Muutos 4
Kuljettajakustannus	X	X	X	X	X
Polttoaineet, LA	X	X	X	X	X
Rengaskulut, LA	X	X	X	X	X
Muut kulut, LA	X	X	X	X	X
€/km LA	X	X	X	X	X
Vuokrat, verot ja vakuutukset, HA	X	X	X	X	X
Kuljettajakustannus, HA	X	X	X	X	X
Polttoaineen hinta HA, arvio	1,28 €/l	1,28 €/l	1,28 €/l	1,28 €/l	1,28 €/l
Polttoaineen kulutus HA, arvio	0,060 l/km	0,060 l/km	0,060 l/km	0,100 l/km	0,060 l/km
Polttoaineet HA, arvio	0,08 €/km	0,08 €/km	0,08 €/km	0,13 €/km	0,08 €/km
€/km HA	X	X	X	X	X
Kustannus päivässä	X	X	X	X	X
Linjan kapasiteetti päivässä	712	712	712	712	712
Linjan keskimääräinen täyttöaste päivässä	30 %	30 %	20 %	30 %	30 %
Linjan keskimääräinen lipunhinta	10	10	10	10	10
Tulot	2136 €	2136 €	1424 €	2136 €	2136 €
Muutos lähtötilanteeseen		-80 €	-712 €	-1 €	-683 €
Tulos	X	X	X	X	X